CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROGRAMA DE FORMACION DE ACOPIOS DE SUMINISTROS

Técnicas para su Operación y Administración

Año 1969

El presente trabajo fue preparado por el señor Jorge C. BARRIO y supervisado por el Equipo de Política y Administración Fiscal, bajo la dirección del doctor Alfredo LE PERA.

Secretario General del
Consejo Federal de Inversiones

Licenciado PEDRO ENRIQUE ANDRIEU

Director del Area de Asistencia Técnica

Doctor OSCAR A. NATALE

I N D I C E

PROLOGO

El presente trabajo tiene por objeto brindar un conjunto de procedimientos matemáticos debidamente adaptados a las necesidades de las entidades públicas provinciales a fin de ser aplicados a la gestión de Programas de Formación de Acopios.

En la redacción del manual se ha tratado de separar el concepto fundamental que encierra cada título del tratamiento operatorio que al mismo le corresponde. El primer aspecto ha sido transcripto a doble espacio y su conjunto constituye el esquema básico: Conceptual. La operatoria por su parte se desarrolló a simple espacio y comprende el esquema técnico operativo.

En el tratamiento de los temas se ha buscado omitir las demostraciones matemáticas exponiendo solamente las expresiones algebraicas cuya aplicación se impone en cada caso. Su origen y fundamento se hallará en la bibliografía especializada de la materia, que se detalla al final del trabajo. Asimismo, se ha tratado de exponer métodos o sostemas que puedan utilizarse conjunta o separadamente de acuerdo con las necesidades del usuario.

Finalmente se considera que el manual contribuirá con algunos principios para hallar soluciones a diversos problemas que en el campo de los abastecimientos, se presentan en todas las Administraciones Públicas. El juicio de los estadistas y el criterio profesional de los funcionarios ayudados por esos principios podrán contribuir en gran medida para implementar esas soluciones y adoptar las mejores decisiones compatibles con las políticas de cada gobierno.

I.- EL PRESUPUESTO INTEGRADO DEL GOBIERNO Y LOS PROGRAMAS DE FORMACION DE ACOPIOS DE SUMINISTROS.

La gestión económica de los gobiernos nacionales y provinciales se desenvuelve dentro del marco de los presupuestos. Ellos determinan la ejecución de hechos y actos jurídicos de sentido económico que llevan paulatinamente a la implantación de los Presupuestos por Programas, los cuales debidamente relacionados con las Finalidades, Funciones y sentido económico del Gasto Público, forman una herramienta de positivo valor para los estadistas y gobernantes.

La bibliografía de la materia, considera como uno de los Programas necesarios el que registra la Formación de Acopio de Suministros; programa destinado a la adquisición de bienes consumibles para ser utilizados en la diaria gestión de la administración.

Existen dentro de esa agrupación, algunos de alto valor y uso restringido; otros utilizados en cantidades considerables por casi todos los agentes y finalmente, un sinnúmero de elementos de distintas características; pero todos con un común denominador: en conjunto representan sumas cuyo valor absoluto y relativo alcanza valores significativos.

No obstante, se carece en general de normas y métodos que indiquen la mejor forma de administrarlos en sentido económico. La gestión se limita en la mayoría de los casos al cumplimiento de las normas legales de la materia, que agrupadas o en forma dispersa, presentan las Leyes de Contabilidad y sus reglamentaciones. Pero ellas marcan normas que permiten velar por la corrección de los procedimientos de adquisición, dejando un vacío con respecto a normas de óptima administración de los bienes.

Las empresas privadas han evolucionado en ese sentido en forma positiva, adoptando un conjunto de técnicas e impulsando a los investigadores a buscar nuevas formas y modelos que contemplan mayores variantes y restricciones, pero que al mismo tiempo los hacen de aplicación más específica al campo de la actividad privada.

Por otra parte y ya en el campo del Presupuesto Integrado los tratadistas señalan los tres elementos que caracterizan un programa: la descripción de la acción planeada; la estimación de su costo y la determinación del resultado esperado.

En este aspecto, las técnicas de administración aplicadas a la gestión de acopios permiten cumplimentar los requerimientos indicados.

Con respecto a la acción planeada:

Su descripción determinará los métodos a emplear en cada oportunidad, buscando la óptima gestión económica.

Con respecto a la estimación de su costo.

Esta estimación, requerirá el cálculo de la demanda futura de acuerdo con los principios técnicos que le son aplicables y tomando especialmente en consideración las existencias reales y los niveles de seguridad economicamente óptimos establecidos en la acción planeada.

Con respecto al resultado esperado:

El cumplimiento del Programa deberá poner de manifiesto a través del tiempo acciones que denoten eficiencia en su administración tales como cumplimiento oportuno de los requerimientos efectuados; disminución de las inversiones al límite compatibles con la mejor gestión; una reducción de los costos propios de la función de stock o una eficiente política de liquidación de excedentes y rezagos.

Sobre la base de todas las consideraciones indicadas precedentemente, se desarrollan en este trabajo algunas técnicas de decisión para administración y operación de Programas de Formación de Acopios de Suministros en el Presupuesto Integrado de Gobierno, destinadas a ser aplicadas conjunta o separadamente de acuerdo con las caracteristicas propias de cada organización.

2- FUNCION DE APROVISIONAMIENTO

I.- GENERALIDADES.

Se define como Función de Aprovisionamiento, el conjunto de operaciones que permiten proveer a organismos públicos o privados en tiempo, lugar, cantidad y calidad, los materiales necesarios para cumplimentar la misión asignada, con un costo mínimo.

Esta Función se compone de un conjunto de subfunciones que secuencialmente cumplidas conducirán a la realización de la misma.

Existe inicialmente una subfunción "Evaluación de Necesidades", en la cual se determinarán los requerimientos con respecto a los medios materiales.

La subfunción "Adquisición" indicará la forma de comprar en un mercado, al mejor precio y calidad y cumplimentando las normas impuestas por los órganos de dirección.

Sigue en órden la subfunción "Gestión de Stock" con tareas vinculadas al control de niveles de existencia y reposición de los mismos.

Finalmente, la subfunción "Almacenamiento" tendrá a su cargo todo lo relacionado con la recepción, custodia, conservación y mantenimiento de los efectos recibidos.

La Función de Aprovisionamiento finaliza con la "Contabilización" y se vincula con la Función Financiera por el pago de los artículos adquiridos, operación que originará una inmovilización de fondos y reducción de disponibilidades.

Del exámen de los procesos indicados, se desprende e l imperativo de conciliar:

- Necesidades de medios materiales.
- Dependencia de las ofertas del mercado proveedor.
- Requerimientos de menores costos del usario.
- Permanencia de costos de adquisición y almacenamiento.
- Inversión financiera por la obtención de medios materiales.

Estas situaciones han podido conciliarse al menor costo estimado mediante Sistemas Funcionales de Abastecimiento que permiten cumplimentar eficientemente la definición ensayada en el primer párrafo.

II.- COSTOS QUE ACTUAN EN LA FUNCION DE APROVISIONAMIENTO.

Fundamentalmente dos tipos de costos, resultantes de los procesos indicados precedentemente, deben ser tenidos en cuenta: Costo de Aprovisionamiento Total y Costo de Posesión Total.

El Costo de Aprovisionamiento Total varía directamente con el número de pedidos e inversamente con el monto de la inversión.

Comprende los siguientes rubros:

Gastos por redacción de pedidos.
Franqueo.
Trámites exteriores.
Registración contable.
Gastos de recepción, ensayos y análisis.

El Costo de Posesión Total varía directamente con el monto de la inversión e inversamente con el número de pedidos.

Comprende los siguientes rubros:

Cargos financieros

Alquiler de locales
Seguros
Mantenimiento
Transporte
Recuentos
Deterioros
Mermas.

Cargos económicos

Interés del Capital inmovilizado
Obsolecencia

La suma de ambos costos constituye el Costo de Gestión Total.

De la naturaleza propia de cada costo componente, se deduce que la reducción de uno origina el aumento del otro.

Frente a esta antinomia, se han elaborado métodos que permiten hacer mínimo el Costo de Gestión Total balanceando el efecto de sus costos involucrados.

Estos métodos permitirán:

a) Poseer un stock determinado con los mínimos costos.

b) Reducir los Costos de Aprovisionamiento Totales sin incrementar los Costos de Posesión Totales.

c) Reducir los Costos de Posesión Totales sin incrementar los Costos de Aprovisionamiento Totales.

d) Minimizar el Costo de Gestión Total.

Sin la utilización de estos métodos, las reglas de aprovisionamiento se determinarían en la práctica de acuerdo con las siguientes premisas y conclusiones:

- Si un artículo requiere mucho lugar para su depósito y el costo de este último es oneroso,
- Si tiene un alto precio de compra,
- Si tiene limitada vida útil,

se adoptará un STOCK REDUCIDO.

- Si un artículo requiere poco espacio y el costo de almacenamiento resulta inapreciable,
- Si tiene un bajo precio de compra,
- Si tiene ilimitada vida útil,

se adoptará un STOCK ELEVADO.

Pero como queda aclarado, se enuncian juicios parciales que aprecian un solo aspecto sin efectuar una consideración total y lo que es también importante subsiste el problema de la cuantificación que ayude a decidir la operación óptima.

Esa tarea de considerar la cuantificación, se lleva a cabo mediante la utilización de expresiones matemáticas, muchas de las cuales, proviene n del desarrollo de métodos estadísticos que simplifican la decisión.

III.- CONVENCIONES PREVIAS

Se adoptan las siguientes:

a) El nivel de existencias es función del consumo y el tiempo.

b) El ritmo de consumo se considera con variación directa y proporcional al tiempo.

c) En el sistema de aprovisionamiento se establecen dos niveles de existencia:

1.- Nivel Operativo.

Comprende las cantidades entre un Máximo y un Mínimo.

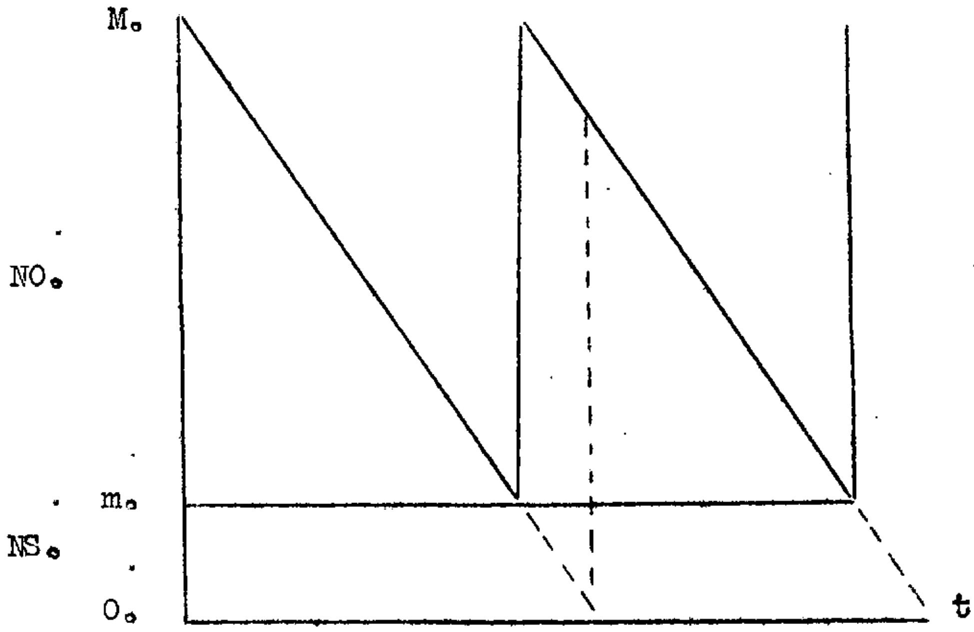
2.- Nivel de seguridad.

Comprende las cantidades entre el Mínimo y Cero.

d) El stock flutua, en un período, entre el Máximo y el Cero (o el Mínimo cuando existe Nivel de Seguridad). El promedio se denomina Stock medio.

e) La formación de stock no tiene caracter especulativo derivado de juegos a la alza ó a la baja.

f) La representación gráfica adopta la siguiente forma y simbología:



M. Máximo
m. Mínimo
O. Cero
t. Tiempo

NO. Nivel Operativo

NS. Nivel de Seguridad

DETERMINACION DE CANTIDADES ECONOMICAMENTE OPTIMAS

I. GENERALIDADES

Se ha visto en el capítulo anterior que frente al diferente sentido con que actuan los Costos de Aprovisionamiento y de Posesión Totales, existían métodos matemáticos que permitían la determinación de cantidades que minimizaban ambas erogaciones.

En este capítulo se tratarán cuatro métodos de resolución de los cuales los dos últimos, son derivaciones del segundo.

Se parte de las siguientes premisas:

a) No existe Nivel de Seguridad.
b) Se adópta para el cálculo del Costo de Posesión Total el Stock Medio.
c) El Costo de Posesión Total es función del precio estimado del artículo.

II.- METODO ANALITICO APROXIMADO

Se conocen los siguientes datos:

D. Demanda anual del organismo
Ca. Costo de Aprovisionamiento de un pedido
Cu. Costo de Adquisición estimado de un artículo
i. Tasa representativa del Costo de Posesión

Se trata de conocer:

Q. Cantidad de artículos a comprar por período.

De acuerdo con lo expresado en el capítulo 2-II, los Costos de Aprovisionamiento y Posesión Totales adoptarán la siguiente forma:

$$CA = \frac{D . Ca}{Q}$$

$$CP = \frac{Q . Cu . i}{2}$$

y el Costo de Gestión Total será:

$$CG = CA + CP$$

El siguiente cuadro indicará con un ejemplo la mecánica del sistema:

Información:

D: 2400; Ca: \$100; Cu: \$10; i: 0,10

Resolución:

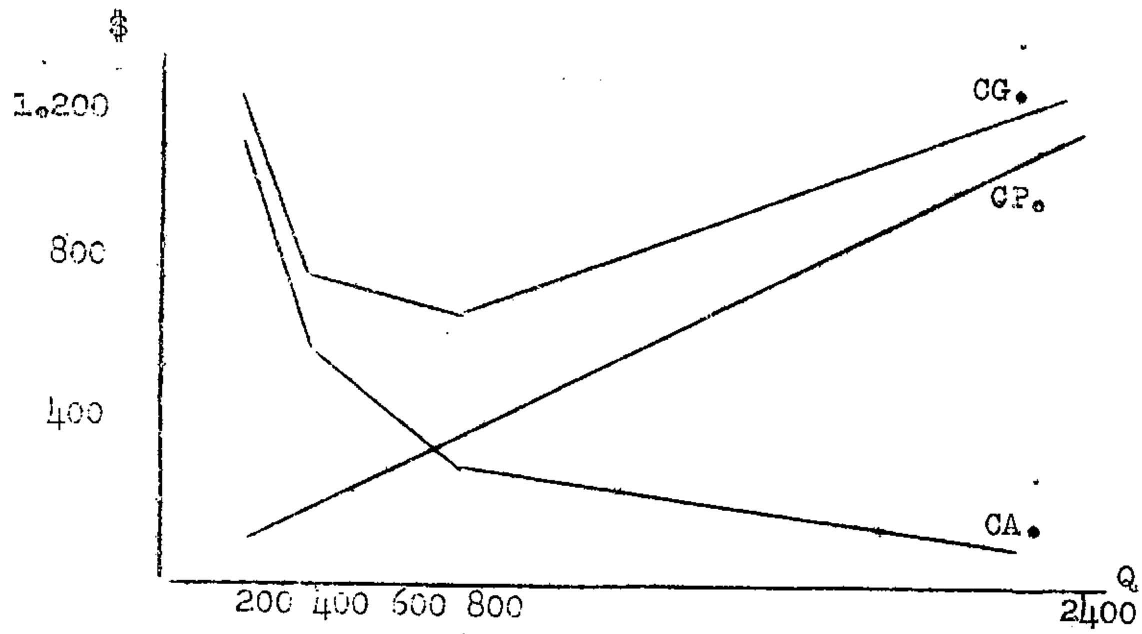
n	Q	Ca.	CP.	CG.
12	200	1.200	100	1.300
6	400	600	200	800
3	800	300	400	700
1	2400	100	1200	1.300

La columna "n" se toma como variable dependiente de la cantidad "Q".

El método indica practicamente lo explicado sobre el comportamiento de los Costos de Aprovisionamiento y Posesión Totales. A mayor volumen por pedido (Q) corresponden menores costos de Aprovisionamiento y mayores Costos de Posesión. A menor volumen por pedido (Q) corresponden mayores Costos de Aprovisionamiento y menores Costos de Posesión Totales.

Existe sin embargo, un valor para el cual el Costo de Gestión se hace mínimo. En este caso, será Q: 800.

Graficamente, el ejemplo puede presentarse de la siguiente forma:



III.- METODO MATEMATICO EXACTO

El sistema empleado en el caso anterior, presenta dos aspectos negativos:

a) Requiere una tarea larga y tediosa.
b) No proporciona la cantidad exacta más conveniente.

En efecto, a simple vista es posible deducir que puede existir algun valor entre Q: 400 y Q: 800 que permite obtener un mejor Costo de Gestión.

El método requerirá entonces buscar de entre los 399 valores intermedios, uno que satisfaga la condición de Costo de Gestión Optimo, con lo cual la tarea se torna aún más laboriosa.

Por ello, se ha ideado un procedimiento que permite obviar aquellos inconvenientes. El mismo se fundamenta en la obtención de una derivada de la función que minimice el costo.

De esta manera, partiendo de la expresión:

$$CG = \frac{D.Ca}{Q} + \frac{Q.Cu.i}{2}$$

se ha llegado a la siguiente:

$$Q(o) = \sqrt{\frac{2\ D.Ca}{Cu.\ i}}$$

Resolviendo el ejemplo con esta fórmula resulta:

$$Q(o) = \sqrt{\frac{2 \times 2400 \times 100}{10 \times 0,10}}$$

$$Q(o) = 692$$

Este valor de Q (al que por ser óptimo se le adiciona (o) origina el menor Costo de Gestión, afirmación que se prueba si se calculan los resultados mediante:

a) Cálculo del Costo de Gestión por el Método Analítico

$$CG = \frac{2400 \times 100}{692} + \frac{692}{2} \times 10 \times 0,10$$

$$CG = 692$$

b) Cálculo del Costo de Gestión por la fórmula:

$$CG(o) = \sqrt{2.Ca.Cu.i.D}$$

$$CG(o) = \sqrt{2 \times 2400 \times 100 \times 0,10}$$

$$CG(o) = 692$$

Una variación que frecuentemente se encuentra en la fórmula Q(o) y en la del Costo de Posesión Total (CP) consiste en determinar el valor de este último utilizando el Costo de Posesión Unitario. Esta estimación representa el costo diario y por artículo de poseer un elemento, el cual se vincula con el tiempo de duración de la gestión expresado en días.

Es decir entonces:

$$CP = \frac{Q}{2}.\ Cp.\ T$$

donde

Cp es el Costo de Posesión Unitario
T es la duración en días de la gestión.

En consecuencia

$$Q(o) \quad \sqrt{\frac{2\ D.\ Ca}{T\ .\ Cp}}$$

Ambas expresiones de Q(o) son aplicables y su utilización depende del caso planteado.

Para el cálculo de Niveles Operativos donde se acepta falta de cumplimiento en el requerimiento por ausencia del material y para la confección de tablas debe emplearse la fórmula expresada en segundo lugar.

En cambio, el método que toma en cuenta el Costo de Adquisición Unitario es utilizado en condiciones óptimas para la construcción de ábacos y en el planteo de adquisiciones con costos diferenciales.

IV.- METODO MATEMATICO EXACTO REDUCIDO

En la fórmula aplicada anteriormente, existen valores que pueden tratarse como constantes.

En general, para determinados grupos de artículos el valor del costo de Aprovisionamiento (Ca) puede ser el mismo.

Igual deducción puede aceptarse del Costo de Posesión (Cp).

Si aceptamos esas conclusiones y convenimos valores anuales, (T = 360), la fórmula puede transformarse de la siguiente manera:

$$Q(o) = \sqrt{\frac{2\ D\ Ca}{T\ \ Cp}}$$

$$\sqrt{\frac{2\ Ca}{T\ Cp}} \quad \sqrt{D}$$

$$K = \sqrt{\frac{2\ Ca}{T\ Cp}}$$

$$Q(o) \quad = \quad K\ \sqrt{D}$$

con lo cual el cálculo se simplifica.

V.- METODO GRAFICO

Iguales conclusiones pueden obtenerse aplicando la formula:

$$Q(o) = \sqrt{\frac{2\ D\ Ca}{Cu\ i}}$$

$$K = \sqrt{\frac{2\ Ca}{Cu\ i}}$$

$$Q(o) = \quad K\ \sqrt{D}$$

Conociendo los valores constantes antes definidos para un grupo determinado de artículos utilizando K y $\sqrt{D}$ puede construirse un ábaco de facil acceso e interpretación adoptando una forma similar a la que se agrega como anexo 1 al Apéndice.

4.- DETERMINACION DE PERIODOS DE GESTION ECONOMICAMENTE OPTIMOS

I.- GENERALIDADES.

En los casos tratados en el Título 3, se adoptaba implícitamente la hipótesis de que la cantidad a pedir resultaba constante. En consecuencia, lo que variaba era la época de pedido. Esta, no estaba sujeta a restricciones.

Pero es frecuente, que se presenten casos en que por razones de programación o de imposiciones legales en la Administración Pública no es aceptable comprar en épocas arbitrarias.

En este caso, lo que se debe determinar, es con que frecuencia debe pedirse para hacer mínimos los costos de Gestión.

Recordando que son de aplicación las premisas indicadas en el Título 3-I, se obtiene:

$$n(o) = \frac{D}{Q(o)}$$

Esta operación puede determinar un valor n(o) distinto para cada clase de artículos y no sería de extrañar que fuera necesario efectuar pedidos todos los días porque así se obtiene el Costo de Gestión más económico.

Pero ello originaría sin duda un trabajo administrativo de tal envergadura que podría anular las ventajas del sistema.

Teniendo presente lo antedicho, puede adoptarse una técnica que limite el número de pedidos y las fechas respectivas.

II.- METODO PARA AGRUPAMIENTO DE PERIODOS.

Supongamos que el Organismo utiliza cuatro artículos del siguiente Costo Unitario.

A	Cu(a)	$ 45
B	Cu(b)	$ 80
C	Cu(c)	$ 52
D	Cu(d)	$ 74

La demanda (D) de los cuatro es de 1.000 unidades por año y los Costos de Aprovisionamiento y de Posesión.

Ca	$ 10
i	0,10

De acuerdo con los datos indicados, se determinan las correspondientes cantidades Q(o), las correspondientes secuencias de pedidos y el Costo de Gestión.

Artículo	Q(o)	n(o)	CG(o)
A	66,66	15	300
B	50.-	20	400
C	62.-	16	316
D	52,6	19	384

Se nota que el resultado de los cálculos efectuados imponen pedir en cuatro oportunidades diferentes.

Artículo	n(o)	Un pedido cada:
A	15	0,8 mes. (24 días)
B	20	0,6 mes. (18 días)
C	16	0,75 mes. (22,5 días)
D	19	0,63 mes. (18,9 días)

Es posible, admitiendo un cierto error determinable a priori, transformar las cuatro oportunidades en solo dos.

Para ello es necesario conocer como se produce la agrupación o asimilación de valores "n(o)".

Puede demostrarse que la expresión

$$C(m) = \sqrt{C(a)\ C(b)}$$

indica el límite de separación entre dos valores extremos adoptados. En el caso tratado:

$C(a) = D.Cu(a) \qquad 1.000 \times 45 = 45.000$

$C(b) = D.Cu(b) \qquad 1.000 \times 80 = 80.000$

$$C(m) = \sqrt{C(a)\ C(b)}$$

$$= \sqrt{45.000 \times 80.000} = 60.000.$$

Por su parte, se obtienen los siguientes valores para los artículos C y D.

$C\ (c) = D.Cu(c) \qquad 1.000 \times 52 = 52.000$

$C\ (d) = D.Cu(d) \qquad 1.000 \times 74 = 74.000$

Como se nota, el valor C(c) = 52.000 se encuentra entre C(m) = 60.000 y C(a) = 45.000.

En igual forma puede observarse que el valor C(d) = 74.000 se encuentra entre C(m) = 60.000 y C(b) = 80.000

Puede demostrarse que asignando al artículo D (que tiene un n(o) = 19) un valor n = 20 correspondiente al artículo B, se producirá un error con respecto al costo de Gestión Optimo no superior a

$$e = Ca(\sqrt{n(o)(a)} - \sqrt{n(o)(b)})^2$$

$$e = 10(\sqrt{15} - \sqrt{20})^2$$

$$e = 3,6$$

error que aceptado, permitirá reducir las oportunidades de pedir.

Asimilados de esta manera, C a A y D a B se solicitará

Artículo	n	Un pedido cada-
A y C	15	0,8 mes (24 días)
B y D	20	0,6 mes (18 días)

El error de 3,6 solo se presentará cuando un cierto valor Cu multiplicado por su demanda (m) sea igual a C(m).

III.- METODO PARA DETERMINACION DEL NUMERO DE PEDIDOS OPTIMOS CUANDO SE PREFIJA LA SECUENCIA DE APROVISIONAMIENTO O EL MONTO DE LA INVERSION

En el Capítulo anterior, se desarrolló la técnica para disminuir el número de pedidos que puede originar cada particular Q(o) obtenido, agrupándolos según modalidades de costo y aceptando un cierto error con respecto al Costo de Gestión óptimo.

El procedimiento llevaba implícito el conocimiento de los valores Costo de Aprovisionamiento (C_a) y Costo de Posesión (C_p).

Pero en muchos casos por falta de información y en otros por dificultades intrínsecas de la operatoria no es factible obtener los mencionados costos, que como se ha visto, son la base de todos los modelos.

Ante la carencia de esa información pueden no obstante arbitrarse otras soluciones que requeriran por su parte la adopción de una decisión con respecto a dos posibles

a) Cantidad deseada de pedidos anuales.

b) Importe promedio de la inversión anual.

a) DETERMINACION DEL NUMERO DE PEDIDOS OPTIMOS CUANDO SE PREFIJA SU CANTIDAD Y SE DESCONOCEN LOS COSTOS DE APROVISIONAMIENTO Y POSESION.

El caso se presenta cuando desconociendo ambos costos, se decide limitar el número de pedidos.

En el capítulo 3-III se ha indicado que el Costo de Gestión era:

$$CG(o) = \sqrt{2\ D.Cu.Ca.i}$$

o lo que es igual

$$CG(o) = \sqrt{2\ Ca.i}\ \sqrt{D.Cu}$$

verificándose que dicho costo es proporcional a

$$\sqrt{D.Cu}$$

Se parte de la base que se ha optado por pedir bimestralmente.

ARTICULO	DEMANDA (D)	COSTO (Cu) UNITARIO	PEDIDOS (n) ANUALES	INVERSION MEDIA $\frac{D.Cu}{2n}$
A	24000	10	6	20000
B	4800	100	6	40000
C	360	1000	6	30000
D	12	10000	6	10000
			24	100000

Como para ser óptimo el Costo de Gestión debe ser proporcional a D.Cu se obtiene este valor.

ARTICULO	D.Cu	$\sqrt{D.Cu}$
A	240000	490
B	480000	693
C	360000	600
D	120000	347
		2130

Luego, para determinar la política a seguir que minimice el CG, se procede a calcular para cada artículo la expresión

$$\frac{\sum \sqrt{D.Cu}}{\sum n} = \frac{2130}{24} = 88{,}75$$

que aplicada para cada artículo resulta

ARTICULO	INVERSION DE CADA PEDIDO	CANTIDAD	NUMERO ANUAL DE PEDIDOS	INVERSION MEDIA
	$I_p = \frac{\sum \sqrt{D.Cu}}{\sum n} \sqrt{D.Cu}$	$Q = \frac{I_p}{C_u}$	$\frac{D}{Q}$	$I_m = \frac{I_p}{2}$
A	43487,50	4348,75	5,5	21743
B	61503,75	615,03	7,7	30751
C	53250	53,25	6,7	26625
D	30796,25	3,07	4,1	15398
			24	94517

Se observa que respetando la secuencia de pedidos prefijados (24) se obtiene un promedio de existencias equivalente al 5% = $ 94517 inferior al inicial (100.000 $), y a cualquier otra combinación que mantenga el número de pedidos en 24.

Queda tambien probado que fijados ciertos números de pedidos no significa que necesariamente todos deben seguir la misma secuencia.

b) DETERMINACION DEL NUMERO DE PEDIDOS OPTIMOS CUANDO SE PREFIJA EL IMPORTE PROMEDIO DE INVERSION Y SE DESCONOCEN LOS COTOS DE APROVISIONAMIENTO Y POSESION

En esta alternativa, como queda indicado, es el importe medio de inversión deseado el que determina el número de pedidos.

Adoptando como inversión deseada la indicada en primer término ($ 100.000) la cantidad de pedidos queda determinada calculando la expresión

$$\frac{2\sum I_m}{\sum \sqrt{D.Cu}} = \frac{2 \times 100.000}{2130} \simeq 93,9$$

y efectuando un diagrama de cálculo como el empleado en la alternativa anterior resulta

ARTICULO	INVERSION DE CADA PEDIDO $I_p = \frac{2\sum I_m}{\sum\sqrt{D.Cu}}\sqrt{D.Cu}$	CANTIDAD DE CADA PEDIDO $Q = \frac{I_p}{Cu}$	NUMERO ANUAL DE PEDIDOS $\frac{D}{Q}$	INVERSION MEDIA $I_m = \frac{I_p}{2}$
A	46011	4601,1	5,2	23005
B	65072	650,72	7,3	32536
C	56340	56,34	6,4	28170
D	32583	3,25	3,7	16291
			22,6	100002

Como en el caso anterior queda demostrado que habiendo prefijado el promedio e existencias ($100.000) se obtiene un número de pedidos teóricos (22,6) inferior al inicial (24) (equivalente a 7%) y a cualquier otra combinación que mantenga la inversión en 100.000 $.

Si se observan las soluciones de ambas alternativas cada una con su propia restricción y efectuando el cálculo de la expresión

$$\sum n \times \sum I_m$$

resulta

$$24 \times 94517 \simeq 2260000$$
$$22,6 \times 100.000 = 2260000$$

que son iguales entre si y a

$$\frac{\left(\sum \sqrt{D.Cu}\right)^2}{2} = \frac{2130^2}{2} \simeq 2260000$$

adoptando los valores $\sqrt{Dp}$ con la total exactitud requerida. Ello permite entonces la obtención de una hipérbola y la confección de una Tabla como la indicada en Anexo 2 del Apéndice que determina la solución correcta, conocidas una de las dos restricciones impuestas (número de pedidos o Inversión media).

5.- CARACTERISTICAS DE ALGUNOS VALORES DE LAS FORMULAS

I.- COSTO DE APROVISIONAMIENTO

Se expresa como gasto incurrido por pedido.

Si bien se ha indicado en capítulos anteriores los conceptos que deben considerarse en este costo, merecen especial mención aquellos que deben excluirse en su cómputo.

Al respecto cabe señalar que en el 1er. Semanario Latinoamericano sobre Compras y Suministros Oficiales auspiciado por Naciones Unidas (1963) se afirma: "Consideramos como factores de costo" "de preparación de pedidos unicamente aquellos gastos en que es " "necesario incurrir cadavez que se coloca un nuevo pedido". Ello indica entonces que los gastos a computar serán los variables dejando de lado los clasificados como fijos.

II.- COSTO DE POSESION

Puede expresarse:

Por día y por unidad, o
Por tasa de tanto por uno.

Se cálculo puede efectuarse mediante un estudio de los costos propios de cada clase o especie de artículo.

En el mismo Seminario indicado en I se señaló la convenennia de adoptar como estimación del Interés del Capital Invertido el "interés real que ésta (la Administración Pública) paga por hacer" "uso del dinero de terceros, puesto que cualquier otro método no " "dejaría de ser una nueva estimación; así, para este caso tomaría" "mos la tasa fijada legalmente para los bonos de la deuda Pública" "Interna o sea, 6% anual por ejemplo".

III.- DEMANDA

En este aspecto es conveniente separar las técnicas por tipo de artículo.

a) Artículos que están destinados a Suministros.
b) Artículos que están destinados a su venta.
c) Repuestos de máquinas y equipos.

Para todos los casos deben considerarse dos situaciones:

a) Si se cuenta con Nivel de Seguridad, cualquier error de apreciación puede solucionarse sin mayores in onvenientes pués la determinación del mismo es lo suficientemente segura para poder afrontar situaciones difíciles.

b) Si no se cuenta con Nivel de Seguridad, (existen casos en que no es económicamente conveniente poseerlo), el cálculo debe ser más cuidadoso y seguro.

En general, se adoptan como valores los promedios de los últimos años y aún laexperiencia del año anterior.

Un método que supera los anteriores y que brinda ventajas es el ajustamiento de tendencia por medio de una recta, una parábola, etc.

El cálculo presenta para el caso de la recta el siguiente esquema:

	Xi	xi	xi^2	Xi.xi	Ti
1962	50	-3	9	-150	46
1963	30	-2	4	- 60	40
1964	40	-1	1	- 40	34
1965	36	0	0	0	28
1966	10	1	1	10	22
1967	20	2	4	40	16
1968	10	3	9	30	10
	196		28	-170	

$$a = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{196}{7} = 28$$

$$b = \frac{\sum Xi.xi}{\sum xi^2} \quad \frac{-170}{28} = -6$$

$$T(4) = \underset{28}{a} \; \underset{-}{+} \; \underset{6(4)}{b\ Xi} = 4$$

El cálculo indica entonces que el consumo previsible para 1969 será de 4 unidades como máximo, aproximadamente.

Merecen citarse además del citado, dos procemimientos aparecidos en los últimos años.

El primero denominado "Promedio ponderado" por el cual las demandas anteriores son corregidas en base a la consideración que merecen después de pasado cierto tiempo. El hecho se pone de manifiesto especialmente en artículos que caen en obsolecencia y donde se observa una paulatina disminución de la demanda. En este caso, como cada valor de años anteriores posee su propia gravitación e influye positivamente, es necesario proceder a quitarle su "peso relativo". Con los valores adoptados en el caso anterior- puede apreciarse el método de cálculo.

		Peso		
1962	50	0,005	0,250	
1963	30	0,015	0,450	
1964	40	0,03	1,200	
1965	36	0,05	1,800	
1966	10	0,15	1,500	
1967	20	0,25	5,000	
1968	10	0,50	5,000	15,200

El promedio simple ascendía a 28 unidades, cifra alejada de la realidad, si se observa la disminución paulatina del consumo. Mediante el cálculo efectuado, se ha procedido a alijerar el peso de los años más antiguos obteniéndose un valor más real.

El segundo método, llamado "Ajustamiento Exponencial" utiliza el sistema expuesto precedentemente, pero facilitando los cálculos por la simplificación de la operatoria y la utilización de un único valor para asignar "peso" a las demandas, valor que en contraposición requiere una labor más delicada.

Para el cálculo se utiliza la expresión:

$$Dp/o/ = w.Q/1/ + (1-w)\ Dp/1/$$

donde:

w es el factor de ajuste que indica el peso a otorgar a las demandas reales anteriores.

Q/1/ es la demanda real en el período anterior

Qp/1/ es la demanda estimada para el período anterior.

Finalmente merece citarse la técnica de determinación de la demanda por muestras. El procedimiento es de aplicación cuando se trata de elementos vinculados con los gustos, tendencias o motivaciones de las personas. Por ejemplo artículos que se proporcionan al personal como ayuda para la tarea, como elemento protector de riesgos de lesiones corporales etc.

Igualmente es de aplicación el método cuando se desea conocer el grado de aceptabilidad de un artículo en uso, menues en comedores colectivos, etc.

a) Estimación de la muestra para establecer un valor promedio.

Interrogados 600 empleados de un organismo sobre la aceptación de un útil de escritorio de uso diario provisto por el ente resultó que el 60% no lo usaba por considerarlo de baja calidad.

Se desea conocer con una seguridad del 95% la proporción que sustenta esta opinión a fin de cambiar de marca.

Es de aplicación en este caso la expresión

$$P = \sqrt{\frac{p.q}{n}}$$

donde reemplazando valores resulta:

$$P = \sqrt{\frac{0,4 \times 0,6}{600}} = 0,02$$

Como se pide 95% de seguridad

$$0,02 \times 2 = 0,04$$

Luego, puede afirmarse con una seguridad del 95% que el personal disconforme oscila entre.

$$0,60 + 0,04 = 0,64$$
$$0,60 - 0,04 = 0,56$$

Finalmente la teoría de las muestras puede brindar información sobre consumos esperados.

Se busca conocer el consumo medio mensual de un artículo nuevo sobre el cual no se ha formado estadística por el corto lapso de su uso. Ello no obstante, se impone la necesidad de obtener información de inmediato para adquirir una partida a fin de evitar el pago de un sobreprecio en fecha posterior.

Se ha obtenido así una muestra de 120 usuarios que manifestaron la siguiente tabla de valores:

Demanda	Frecuencias	Demanda Total
1000	15	15000
1200	20	24000
1400	30	42000
1600	35	56000
1800	20	36000
	120	173000

Se calcula la media aritmética

$$m(\bar{\bar{x}}) = \frac{173000}{120} = 1400$$

y los respectivos desvíos con sus cuadrados

-400	160000	2.400.000
-200	40000	800.000
0	00000	0
200	40000	1.400.000
400	160000	3.200.000
		7.800.000

El desvío standard resulta:

$$\sigma(\bar{\bar{x}}) = \sqrt{\frac{7.800.000}{119}} = 250$$

$$\sigma(x) = \frac{\sigma(\bar{\bar{x}})}{\sqrt{n}} \quad \frac{250}{\sqrt{120}} = 23$$

Luego puede afirmarse que el consumo previsto será como máximo

- Con 99% de certeza

  1400 + 69 = 1469

- Con 95% de certeza

  1400 + 46 = 1446

b) Estimación de la muestra para establecer el porciento de casos en que se cumple una aceptación o rechazo.

Para ello es de aplicación la expresión:

$$n = \frac{t^2 . p . q.}{(t \, \sigma x . p)^2}$$

donde

p es la probalidad estimada de que el artículo tiene aceptación

q es la probabilidad estimada de que el artículo no tiene aceptación

La expresión de denominador $(t \, \sigma x.p)^2$ indica el margen de error aceptado donde:

$t\,\hat{\sigma}_x$ indica el grado de seguridad deseado. Así para

$2\,\hat{\sigma}_x$ se provee el 95% de seguridad
$3\,\hat{\sigma}_x$ se provee el 99% de seguridad

Suponiendo que se desea conocer el grado de aceptación de un alimento determinado destinado a refrigerio del personal y estimando que

$$p = 0{,}3$$
$$q = 0{,}7$$

y aceptando una certeza del 95% en la información y un margen de error del 10%, el tamaño de la muestra que permita verificar la corrección de la estimación será:

$$t = 2$$

$$2\,\hat{\sigma}_p = 0{,}10$$

$$n = \frac{4 \times 0{,}3 \times 0{,}7}{(0{,}10)^2}$$

$$n = 84$$

6.- SISTEMAS DE APROVISIONAMIENTO

I.- GENERALIDADES

En los Sistemas de Aprovisionamiento considerase la existencia de Niveles de Stock.

Se denomina de este modo a la cantidad de artículos que fluctuan entre límites preestablecidos y que tienen una aplicación definida.

a) Nivel Operativo

Comprende las existencias entre un Punto Máximo y un Punto Mínimo y representa las cantidades a ser consumidas normalmente en los procesos en que interviene el material.

b) Nivel de Seguridad

Comprende las existencias entre un Punto Mínimo y el Punto Cero y representa las cantidades destinadas a ser consumidas, cuando la demanda se ha acelerado o la entrega por el proveedor ha sufrido demoras, permitiendo entonces hacer frente a los requerimientos hasta disponer de los artículos que reconstituyan el Nivel Operativo.

Además de los Puntos y Niveles indicados, existe en el Sistema de aprovisionamiento de Cantidades Constantes en fecha variable, el Punto de Pedido. Llamamos así, una cierta medida expresada en unidades que indique el momento en que deben iniciarse los trámites de adquisición para contar con los artículos al fin del Nivel Operativo y teoricamente, dejar intacto el Nivel de Seguridad.

II.- SISTEMA PARA CANTIDADES FIJAS EN FECHA VARABLE

a) CASOS EN QUE NO SE ADMITE FALTA DE MATERIAL

1) Nivel Operativo

Corresponde al valor Q(o) obtenido por cualquiera de los métodos expuestos en el capítulo 3.

Su Costo de Gestión será:

$$CG = \frac{D}{NO} Ca + \frac{1}{2} NO. Cu. i$$

donde NO será igual a Q(o).

2) <u>Magnitud de los errores que se producen adoptando un Nivel Operativo distinto de Q(o).</u>

Si bien la cantidad Q(o) representa la que reune condiciones que hacen mínimo el Costo de Gestión, resulta interesante conocer la magnitud de los errores que se producen cuando deliberadamente o sin intención se adopta un Nivel Opertivo diferente .

Puede demostrarse que el error será igual a

$$\frac{\left(\frac{Q}{Q(o)} - 1\right)^2}{\frac{Q}{Q(o)}} \sqrt{\frac{D.Ca.Cu.i}{2}}$$

donde Q representa la cantidad adoptada.

Es interesante observar que en el multiplicando la expresión presenta la siguiente particularidad:

$$\frac{\left(\frac{Q}{Q(o)} - 1\right)^2}{\frac{Q}{Q(o)}} = \frac{\left(\frac{Q(o)}{Q} - 1\right)^2}{\frac{Q(o)}{Q}}$$

siendo $\frac{Q(o)}{Q} = \frac{1}{\frac{Q}{Q(o)}}$

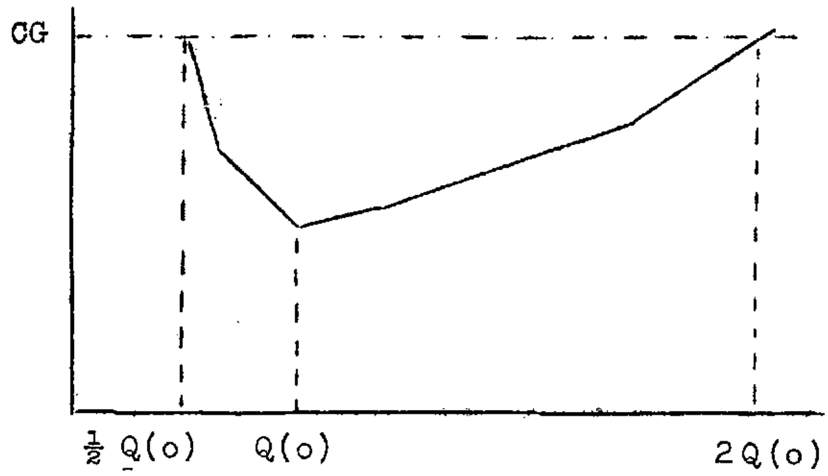
De ello se deduce que se produce el mismo error cuando:

$Q = n\, Q(o)$

$Q = \frac{1}{n} Q(o)$

o sea, que si n = 2 (se pide el doble de lo economicamente óptimo - 100%-), el error será igual a $\frac{1}{2}$ = n (se pide la mitad de lo economicamente óptimo - 50%-)

Y ello queda demostrado además observando la forma que adopta la curva del Costo de Gestión que resulta rapidamente decreciente hasta llegar a un mínimo y lentamente creciente a partir de dicho punto.



Puede extraerse así la conclusión que en la dimensión del Nivel Operativo implica menores costos el exceso de Q(o) con respecto a un Q inferior a Q(o)

3) Punto de pedido

En el sistema que se está tratando, la fecha de pedido no está prefijada. Puede solicitarse en cualquier momento pero en una cantidad Q(o).

De cualquier manera, ello impone la necesidad de conocer en que momento debe iniciarse un trámite de compra conviniendo:

a) Que el aprovisionamiento debe llegar antes de comenzar a utilizarse el Nivel de Seguridad.

b) Que debe proverse alguna demora por parte del proveedor (Tx); que el ritmo de consumo puede incrementarse o que ambas cosas pueden suceder simultaneamente.

De acuerdo con lo expresado, surge la fórmula a emplear, la que será entonces:

$$Q(p) = (Dd \cdot Td) + NS$$

donde:

Dd. es la demanda normal diaria

Td. es el tiempo normal en días que media entre la iniciación del trámite de compra hasta su recepción definitiva.

Ns. es el Nivel de Seguridad.

4) Nivel de Seguridad

El procedimiento consiste en aceptar que el error en la estimación del consumo en el tiempo Td más Tx sigue una distribución gaussiana.

En este caso se impone conocer los desvíos con respecto a un promedio buscando luego obtener su desvío típico que puede resolverse utilizando dos métodos:

a) Desvío típico en forma directa.

Para ello se determina el promedio de consumo (Media aritmética); los desvíos con respecto a cada uno de los valores observados y se obtiene el desvío buscado.

En síntesis, deben resolverse las expresiones:

$$m(x) = \frac{\sum Xi.Fi.}{\sum Fi}$$

$$\sigma^2(x) = \frac{\sum xi^2 Fi}{\sum Fi}$$

donde

$m(x)$	es la Media Aritmética
$\sigma(x)$	es el desvío típico
Xi	es la demanda observada
Fi	es la frecuencia
xi	son los desvíos.

Adoptando:	Se provee una Seguridad de
$1\sigma(x)$	84%
$2\sigma(x)$	95%
$3\sigma(x)$	99%

b) Desvío típico con relación al desvío absoluto.

En este caso se evita la extracción de la raíz cuadrada y la elevación al cuadrado del desvío xi y el cálculo consistirá en resolver las expresiones:

$m(x)$ con valor ya conocido

$$/d/ = \frac{\sum /xi/Fi}{\sum Fi}$$

obteniendo el desvío típico por la expresión:

$$\sigma x = 1,25\ /d/$$

Combinando los cálculos de Punto de Pedido y Nivel de seguridad puede obtenerse una tabla de fácil acceso como la indicada a continuación tomada de la Publicación de IBM citada en Bibliografía

DEMANDA Dd.Td	DESVIO TIPICO = σ_x	NIVEL DE SEGURIDAD			PUNTO DE PEDIDO		
		SEGURIDAD REQUERIDA			SEGURIDAD REQUERIDA		
		84%	95%	99%	84%	95%	99%
		$1\sigma_x$	$2\sigma_x$	$3\sigma_x$	$1\sigma_x$	$2\sigma_x$	$3\sigma_x$
1000	100	100	200	300	1100	1200	1300
	200	200	400	600	1200	1400	1600
	300	300	600	900	1300	1600	1900
	400	400	800	1200	1400	1800	1200

b) CASOS EN QUE SE ADMITE FALTA DE MATERIAL

1) En el Nivel Operativo

Esta situación se presenta cuando se acepta que la demanda puede no ser satisfecha por falta momentanea de los artículos requeridos.

El caso no es consecuencia de una imprevisión o error de cálculo, sino que aparece con las siguientes características:

- Se desea expresamente tener un Nivel Operativo de menor tamaño que origine menores costos de Posesión.
- Se acepta expresamente que la falta de cumplimiento de un requerimiento origina una pérdida estimada monetariamente (multa, pérdida de ventas, anulación de un contrato, etc.)

El nuevo Nivel Operativo corresponde a un valor NO' cuya obtención se efectúa aplicando la expresión:

$$NO' = Q(\theta) \sqrt{\frac{Cf}{Cf + Cp}}$$

donde:

Cp es el Costo unitario diario de posesión
Cf es el Costo unitario diario de escasez.

Por su parte:

$$Cp = \frac{Cu.i}{360}$$

~~Este nuevo Nivel Operativo será:~~

$$NO'(o) < NO$$
$$NO = Q(o)$$

Como por otra parte y de acuerdo ~~con las premisas~~ indicadas en 2), se producirán requerimientos que serán cumplidos cuando llegue un pedido, éste tendrá un tamaño que permita reconstituir el Nivel Operativo y cumplir con lo adeudado.

Por ello, su valor será:

$$Q'(o) = Q(o) \sqrt{\frac{Cf + Cp}{Cf}}$$

y comparativamente

$$Q'(o) > Q(o)$$

Finalmente, el Costo de Gestión será:

$$CG'(o) = CG(o) \sqrt{\frac{Cf}{Cf + Cp}}$$

resultando

$$CG'(o) < CG(o)$$

Para el caso en que $Cf \rightarrow \infty$, resultará

$$NO'(o) = NO(o)$$
$$Q'(o) = Q(o)$$
$$CG'(o) = CG(o)$$

2) EN EL NIVEL DE SEGURIDAD.

En este caso, se cumplimentan los requerimientos en el tiempo de duración del Nivel Operativo, el cual se calcula de acuerdo con lo indicado en 6-II-a)1.

La operación requiere comparar dos costos. Por una parte al Costo de Escasez y por la otra el Costo de Posesión del Nivel de Seguridad.

Ambos actúan en forma opuesta. Si el Nivel de Seguridad es demasiado elevado, se cubren los riesgos de falta pero con un Costo de Posesión considerable.

Si por el contrario, es demasiado pequeño, se producen Costos de Posesión poco significativos pero el riesgo de falta se torna apreciable.

Se busca entonces formar un Nivel de Seguridad óptimo que cubra los riesgos con el menor costo.

El costo de Escasez (CE) representa en este caso las pérdidas qu ocasiona la falta de disponibilidad del material y que se traducen en gastos extraordinarios derivados de fabricaciónes fuera de serie, cos tos de transporte, gestiones especiales, etc. (E) y la estimación de probabilidad de ocurrencia P(NS) en el tiempo previsto de demora con respecto a la fecha convenida para la entrega por el proveedor yque e el a) se denominaba Tx. Por lo tanto, su valor será:

$$CE = E.n.P(NS)$$

Este costo debe compararse con el de Posesión de stock de Seguridad destinado a evitar las faltas y que asume la forma

$$CP(S) = NS\ Cu\ i$$

Si se supone la siguiente información

DEMANDA EN EL PERIODO Tx.

500- 1	Cu - \$ 100
400- 2	i - 0,10
300- 3	E - \$ 4.000
200- 1	n - 2

el cálculo presenta la siguiente disposición

- Determinación de los costos relacionados con el nivel de seguridad.

  Costo de Escasez

  $$CE = 2x\ 4000\ P\ (NS)$$
  $$CE = 8000\ P\ (NS)$$

  Costo de Posesión

  $$CP(s) = 100 \times 0{,}10\ (NS)$$
  $$CP(s) = 10\ (NS)$$

- Deagrama delesquema de cálculo

DEMANDA EN Tx	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	PROBABILIDAD ACUMULADA
500	1	1	0,143
400	2	3	0,428
300	3	6	0,857
200	1	7	1.000

- Cálculo de los costos finales

DEMANDA EN Tx	CE = 8000 P(NS)	CP = 10 (NS)	CE + CP
500	1144	5000	6144
400	3424	4000	7424
300	6856	3000	9856
200	8000	2000	10000

Desterminados los costos finales resulta que la cantidad más apropiada es 500 unidades. Los demás valores insumirán siempre un costo mayor.

Para el caso en que el Costo de Posesión fuera poco significativo es de aplicación el procedimiento indicado en el capítulo 6-III

III.- SISTEMA PARA CANTIDADES FIJAS DE ARTICULOS PERECEDEROS, DE RAPIDA OBSOLECENCIA O VINCULADOS A LA VIDA UTIL DE UN BIEN UNICO.

El enunciado indica tres variantes.

En el primero, se considera el caso de artículos que por su naturaleza perecedera requieren ser demandados dentro de determinado plazo, vencido el cual, quedan fuera de consumo restando solamente un valor como desecho o rezago (alimentos frescos, envasados, etc.)

El segundo caso corresponde a elementos de experimentación (prototipos, modelos, etc.)

El caso indicado en tercer lugar es de aplicación cuando un elemento está destinado a ser utilizado por un bien de características especiales y que solo es aplicado al mismo sin que pueda ser usado por algún otro (respuestos).

En todos los casos, se presenta la siguiente situación:

a) Adquirir una cantidad Q que supere la Demanda D y vender el remanente a cierto precio Cv inferior a Cu

$(Q-D) \quad (Cu-Cv)$

b) Adquirir una cantidad Q que sea inferior a la demanda D y adquirir la diferencia a un cierto precio C'u superior al obtenido en compra por mayor cantidad Cu.

$(D-Q)\,(C'u - Cu)$

C). Se supone una demanda aleatoria y por tanto, se impone conocer la esperanza matemática de las funciones indicadas en a) y b). Esta adoptará la forma

$$CG = (Q-D)p(D)\ (Cu - Cv) + (D-Q)\ p(D)\ (C'u - Cu)$$

Puede demostrarse, derivando parcialmente, que este valor alcanza un mínimo para una cantidad Q cuya probabilidad acumulada sea igual al cociente

$$P(S(o)-1) < \frac{C'u - Cu}{(C'u - Cu) + (Cu - Cv)} < P(S(o))$$

Para ejemplificar el caso se supone la siguiente información:

DEMANDA ANUAL	FRECUENCIA	PROBABILIDAD	PROBABILIDAD ACUMULADA
110	10	0,303	0,3[illegible]
120	8	0,2424	0,5454
130	7	0,2121	0,7575
140	5	0,1515	0,9090
150	2	0,0606	0,9696
160	1	0,0304	1,0000
	33	1,0000	

Se acepta que cada artículo demandado y no provisto determina costos extraordinarios del 30% sobre el valor original al [illegible] por su parte resulta $ 16.600. Por otra parte, los artículos que no se han provisto al cabo del año deben ser vendidos a un valor de 50% del precio original.

Aplicando la expresión anterior

$$16600 \times 0{,}30 = 4980$$
$$16600 \times 0{,}50 = 8300$$

$$\frac{4980}{4980 + 8300} = 0{,}37$$

Valor que corresponde a una demanda entre

$$110 = 0{,}30 \text{ y } 120 = 0{,}54$$

El procedimiento es también de aplicación cuando se trata de calcular los Niveles de Seguridad en el caso en que los Costos de Poses ón sean no significativos

$$P(S(o) - 1) < \frac{C'u - Cu}{(C'u - Cu) - (Cu - Cv)} < P(S(o))$$

Se reemplazará por los valores

$$P(S(o) - 1) < \frac{Cu}{Cu + E} < P(S(o)$$

siendo

Cu = Costo unitario
E = Pérdidas por falta de existencias

IV.- SISTEMA PARA CANTIDADES VARIABLES EN FECHA FIJA

a) NIVEL OPERATIVO

1) En función de unidades físicas.

Teoricamente, la cantidad a pedir en las fechas determinadas por el intervalo óptimo n(o) debería ser Q(o), por cuanto esta magnitud sirvió de base para calcular aquella.

Pero como la modalidad adoptada no permite utilizar Q(o) al imponerse el Sistema de Cantidades Variables, se trata de buscar una cantidad Q que al menos teoricamente cumpla la condición de economicidad.

El valor Q a solicitar en cada fecha será en promedio:

$$Q = \frac{D}{12} Tn$$

siendo $Tn = \frac{12}{n}$ y representando el tiempo en meses que media entre dos pedidos.

Por otra parte

$$Q = \frac{Cn}{n\ Cu}$$

siendo Cn el valor anual de adquisición, y pudiendo demostrarse que e ste valor corresponde a

$$Q(o) = \sqrt{\frac{2\ D\ Cu}{Cu\ i}}$$

Pero además, debe considerarse algunas eventualidades que pueden presentarse en este sistema, donde los pedidos se cursan solo en determinada época. Esas situaciones son:

- El consumo normal que habrá desde el momento de cursar el pedido hasta la recepción, si esta se efectúa en tiempo normal. Su cálculo será:

$$\frac{D}{12} Tm$$

donde Tm indica el tiempo antes citado.

- El Nivel de Seguridad a considerar, calculado como se expresará en b)

Luego, el Nivel Operativo para hacer frente a la demanda será:

$$NO = \frac{D}{12} Tn + \frac{D}{12} Tm + NS$$

$$NO = \frac{D}{12} (Tn + Tm) + NS$$

Pero corresponde considerar además dos factores que disminuyen el total de los requerimientos:

- Existencia real en depósito (Er)
- Existenciacondicionada correspondiente a provisiones adeudadas por los proveedores (Ec)

De la consideración de todoslos elementos resulta:

$$NO = \frac{D}{12} (Tn + Tm) + NS - (Er + Ec)$$

Si el desarrollo de la gestión fuera "exactamente la prevista" (caso ideal) resultaría:

- $Er = NS + \frac{D}{12} \ Tm$

ó sea, que la existencia sería igual a la suma del Nivel de Seguridad calculado más la que se registra entre el moemento de pedido y el nivel citado.

- $Ec = 0$

al suponer que teoricamente no existirán pedidos con saldo pendientes de recepción.

Luego, siendo

$$\frac{D}{12} Tm + NS - (Er + Ec) = 0$$

quedaría

$$NO = \frac{D}{12} Tn$$

$$NO = Q(o)$$

2) <u>En función de tiempo</u>

En algunos casos, se impone la condición de determinar el Nivel Operativo en función del Tiempo, es decir, que en lugar de obtenerlo en función de unidades, se exige que lo sea relacionado con días de actividad.

El caso se presenta frecuentemente en las FF.AA. donde el abastecimiento se acondiciona a tiempo estimado de navegación, campañas u operaciones.

El cálculo presentalas siguientes características:

- Se establecen los Puntos de Niveles en tiempo de acuerdo con la definición dada en 6-1-a y b, para cada tipo de actividad.
- Se reemplaza en la fórmula del Nivel Operativo indicada anteriormente, el valor Tn por el resultado de la expresión:

$$PM - Pm$$

donde

PM es el Punto Máximo
Pm es el Punto Mínimo

b) NIVEL DE SEGURIDAD

1) En función de unidades físicas

Es de aplicación en este caso lo expresado en el Capi tulo 6-II-b) 2 con respecto a las financiaciones Costo de Escasez y Posesión.

El Costo de Escasez será

$$CE = E.n$$

Pero esta ecución debe ser complementada mediante un f tor que determine la probabilidad de ocurrencia del suceso en el ti po que media entre el pedido y la recepción (Tm) más el tiempo que dia entre dos recepciones (Tm). Luego

$$CE = E.n.P(NS)$$

Este costo debe compararse con el de Posesión de Stock de Seguridad destinado a evitar las faltas y que asume la forma:

$$CP(S) = NS.Cu.i$$

Puede observarse que laexpresión reviste el mismo sentido que el cálculo del Costo de Posesión del Nivel Operativo.

$$CP = \frac{Q}{2}.Cu.i$$

donde se reemplaza $\frac{Q}{2}$ por NS.

La suma de los Costos de Escasez y Posesión será:

$$CE + CP(s) = E.n.P.(NS) + NS.Cu.i.$$

Como se nota, ambos costos actúan en sentido inverso.

Si se supone lasiguiente información:

Demanda en el período

	Tn + Tm = 4
580	1
500	2
420	3
340	6
260	1

Tn : 3
Tm : 1
n : 4
E : $ 1.000
Cu : $ 80
i : 0,10
D : 1.185

el cálculo presenta la siguiente disposición:

- Determinación de los costos relacionados con el Nivel de Seguridad.

  Costo de Escasez

  $$CE = 1.000 \times 4\ P(NS)$$

  Costo de Posesión

  $$CP(S) = 80 \times 0,10 \times NS.$$

- Cálculo de la Demanda estimada:

$$\frac{D}{12}(Tn + Tm) = \frac{1185}{12}(3 + 1) = 395$$

- Diagrama del esquema de cálculo

	Demanda (D)	Frecuencia (Fi)	Di.Fi.	Frecuencia Acumulada (Fi)	Probabilidad Acumulada (PD)
a)	580	1	580	1	0,076
b)	500	2	1000	3	0,228
c)	420	3	1260	6	0,456
d)	340	6	2040	12	0,912
e)	260	1	260	13	1.000

- Cálculo de los desvíos y costos finales solo para desvíos positivos.

	Desvíos	CE = 4000 (PD)	CP= 8 NS	CE + CP.
a)	185	304	1.480	1.784
b)	105	912	840	1.752
c)	25	1824	200	2.024
d)	- 25			
	-135			

Determinados los costos finales resulta que la cantidad más apropiada es el desvío correspondiente al caso b) = 105 unidades. Los demás valores insumirán siempre un costo mayor.

Se advierte además que con la adopción de un Nivel de Seguridad de 105 resulta:

- Costo de mantenimiento de Stock igual a 1752
- Riesgo de que se presente inexistencia de artículos igual a 22,8% de los casos.

V.- SISTEMA PARA CANTIDADES VARIABLES EN FECHA VARIABLE

a) NIVEL OPERATIVO

Corresponde al valor Q obtenido en IV- a) 1).

b) PUNTO DE PEDIDO

Su valor puede obtenerse de dos maneras.

1) Valor fijo anual.

Es de aplicación la expresión indicada en 6-II- a)3.

2) Valor variable subanual.

En este caso se trata de aprovechar las registraciones más actuales y utilizar sus valores para tener referencias más exactas.

Se aplica en esta variante el sistema de ajustamiento exponencial ya tratado en el capítulo 3-III. Pueden presentarse dos casos:

- Con análisis periódico.

Se calcula aplicando la expresión:

$$Q(p) = Dp/o/ \; \frac{(Tr + Tm)}{p} = NS$$

donde

$$Dp/o/ = w.Q/1/ + (1 - w)\, Dp/1/$$

w es el factor de ajuste
Q/1/ es la demanda real en el período anterior
Dp/1/ es la demanda periódica estimada para el período anterior.

Tr Tiempo que media entre el momento de calculo y la próxima revisión.

Tm Tiempo que media entre el Punto de Pedido y la recepción del artículo.

P Tiempo que se utilizó para calcular Dp/o/ traducida a la unidad de tiempo en que se expresa Tm y Tn.

Si Dp/o/ es la demanda estimada para un período de 6 meses y Tm y Tr son 10 y 8 días respectivamente, p = 6 meses x 30 días = 180 días.

NS Nivel de Seguridad.

- Con análisis diario.

Se calcula aplicando la expresión:

$$Q/p/ = Dp/o/ \frac{Tm}{p} + NS.$$

c) NIVEL DE SEGURIDAD.

Como en el caso precedente puede obtenerse de dos maneras:

1) Valor fijo anual.

Es de aplicación la expresión indicada en 5-II-a)4.

2) Valor variable subanual.

- Con análisis periódico.

Se calcula aplicando la expresión:

$$NS = k. /d/p/o/ \sqrt[n]{\frac{Tn + Tr}{p}}$$

donde

$$/d/p/o/ = w\left(/d/\ /1/\right) + (1-w)\left(/d/\ p/1/\right)$$

$/d/\ /1/ = Q/1/ - Dp/1$ siendo Q/1/ y Dp/1/ los simbolos empleados en punto de pedido

$-/d/\ p/1/$ el desvío absoluto estimado para el período anterior.

n es el factor de ajuste
k es el grado de seguridad deseado
Tn y Tr los valores indicados en Punto de Pedido.

- Con análisis permanente.

$$NS = k\ /d/\ p/o/ \sqrt[n]{\frac{Tr}{p}}$$

VI INEXISTENCIA DE NIVELES OPERATIVOS Y DE SEGURIDAD. CASOS EN QUE SE IMPONE.

En la Gestión de Aprovisionamiento pueden presentarse casos en los cuales no es necesario formar stock.

Esta situación surge cuando los artículos pueden obtenerse de inmediato y además las disposiciones legales de la Administración Pública no imponen la obligatoriedad de licitar por el monto de la adquisición.

Aceptadas estas premisas, la determinación de los valores pueden obtenerse aplicando la expresión:

$$D.Cu(2) < \frac{Ca - Gx}{1 - \frac{D.Cu\ (1)}{D.Cu\ (2)}\left(\frac{i}{2} + 1\right)}$$

siendo:

- Cu(2) el precio de obtención por compra directa (Se supone que es superior al obtenido en licitación
- Cu(1) el precio de obtención probable por licitación (Se supone que es inferior al obtenido por compra directa.
- Gx los gastos extraordinarios ocasionados para concretar la adquisición directa y que se evitarán en el supuesto de contar con stock.

El valor de los demás símbolos son los indicados en capítulos anteriores.

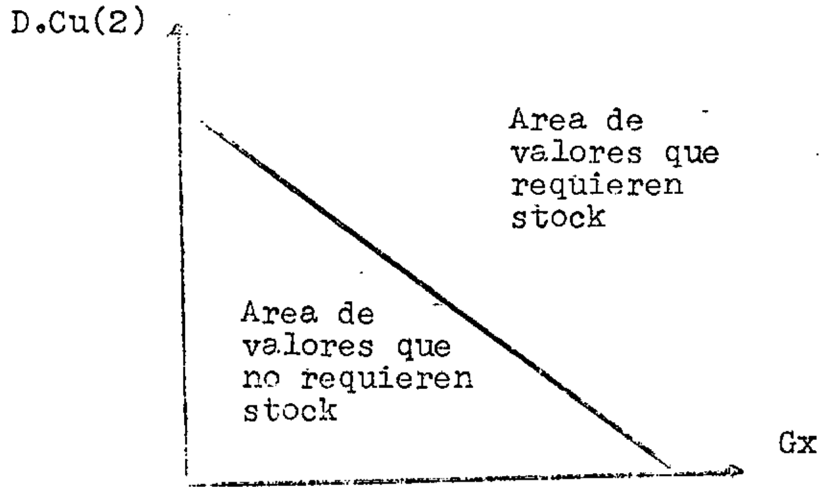
Para los valores superiores o iguales a D.Cu(2) no es conveniente formar stock.

Aceptando que los valores D, Ca, e i son conocidos para determinado grupo de artículos y suponiendo una serie de valores.

$$\frac{D\ Cu(1)}{D\ Cu(2)} = \frac{Cu(1)}{Cu(2)}$$

se puede trazar un gráfico como el que se indica en anexo 3 del apéndice que permite, utilizando dos cifras (Cu(1) / Cu(2) y Dx), obtener de inmediato los valores de los artículos a los cuales corresponde formar stock.

Esquemáticamente el gráfico asume la siguiente forma:



7.- CASOS ESPECIALES

I. COSTOS DE ADQUISICION DIFERENCIALES

Cuando se determinaban los valores Q(o) en capítulos anteriores, uno de los elementos que intervenían en su cálculo era el precio de compra estimado (Cu), pero se hacía abstracción del precio de compra real.

En este título se tratará el caso de escalas de precios de compra reales que varían con la cantidad, o sea, que a mayor volumen de unidades compradas corresponden precios decrecientes.

El problema se plantea de la siguiente manera:

Límite anterior	Límite posterior	Costo unitario
Q-0	Q-1	Cu-1
Q-1	Q-2	Cu-2
Q-2	Q-3	Cu-3

siendo

$$Q\text{-}0 < Q\text{-}1 < Q\text{-}2$$
$$Cu\text{-}1 > Cu\text{-}2 > Cu\text{-}3$$

El método de resolución es laborioso en cuanto al número de cálculos, pero éstos son de facil mecánica.

Previamente se impone aclarar dos aspectos con relación a lo expuesto en títulos anteriores:

a) Cuando se efectuaba el cálculo del Costo de Posesión se adoptaba la forma:

$$Cp = \frac{Q}{2} Cu.i$$

donde (i) representaba la medida de todos los costos que deriban de la operación de almacenar.

En el caso que se analiza, dividiremos esos costos en dos clases:

1) Vinculados directamente con el precio de costo.

2) Autónomos, con respecto a ese precio y que se producen con independencia del valor del mismo (gastos fijos).

Luego, el Costo de Posesión será:

$$CP = \frac{Q}{2} Cu.i' + Cp(f)$$

y la cantidad economicamente óptima

$$Q(o) = \sqrt{\frac{2\ D.Ca.}{Cu.i' + Cp(f)}}$$

b) Se introduce el concepto de CGTE (llamado en la bibliografía especializada Costo Total Esperado - CTE -) y que es igual a

$$CGTE = CG + D.Cu.$$

es decir, que se adiciona al Costo de Gestión el valor de los elementos adquiridos.

Aclaradas estas premisas, se expone el método de resolución suponiendo las escalas fijadas al comienzo y adoptando la siguiente simbología:

Q(o)n indica la Cantidad Economicamente Optima calculada a un precio CU = n

Qm indica la cantidad límite mínima para la cual es válido el precio n.

Se calcula Q(o)3 a precio Cu-3

si Q(o) 3 $\geq$ Q-2 se acepta Q(o)3
si Q(o) 3 < Q-2 se calcula Q(o)2 a precio Cu-2
si Q(o) 2 $\geq$ Q-1 se calcula

CGTE de Q-2 a precio Cu-3
CGTE de Q(o)2 a precio Cu-2

y se acepta el Q que posea menor CGTE

Si Q(o)2 < Q-1 se calcula Q(o)1
Si Q(o)1 $\geq$ Q(o)0 se calcula

CGTE de Q-2 a precio Cu-3
CGTE de Q-1 a precio Cu-2
CGTE de Q(o)1 a precio Cu-1

Y se acepta el Q que posea menor CGTE.

Un ejemplo ayudará a aclarar la técnica que normalmente y utilizando símbolos se presenta engorrosa.

Información:

D: 1.200; Ca: 80; Cp(f): 2; i: 0,10

Oferta

Entre 0 y 100 unidades	$ 20
Entre 100 y 500 unidades	$ 18
Entre 500 y 1000 unidades	$ 14

Q(o)3 resulta 238 unidades.

Q(o)3 > Q-2 Se verifica que está fuera del intervalo de validez del precio $14.

Q(o) < Q-2 Se ~~verifica que está dentro del intervalo~~ de validez del precio $ 18.

Q(o)2 resulta 225 unidades.

Q(o)2 > Q-1 Se verifica que está dentro del intervalo de validez del precio $ 18.

CGTE para Q-2 resulta 17.842
CGTE para Q(o)2 resulta 22.449

Luego, siendo CGTE (Q-2) < CGTE (Q(o)2) se optā por adquirir en dos (2) oportunidades 500 y una (1) 200 unidades a un precio de $18.

II.- DESCUENTOS POR ADQUISICIONES EN MAYOR CANTIDAD

El caso es parecido al tratado en el caso anterior pero la diferencia consiste en que en la situación actual se ha fijado un precio y sobre él se actúa ofreciendo el proveedor un descuento por mayores cantidades.

En el capítulo C-II-2 se había determinado la magnitud de errores que se producían adoptando un Q distinto de Q(o) deduciéndose que

$$Q = n\,Q(o)$$
$$Q = \frac{1}{n}\,Q(o)$$

existía el mismo desvío con respecto al Costo de Gestión óptimo.

Ello nos permite confeccionar una tabla de uso universal que se agrega como anexo 4 al apendice y parte de la cual se reproduce.

FRECUENCIA DE PEDIDOS OPTIMA	ADOPTADA	% DE INCREMENTO SOBRE EL COSTO DE GESTION OPTIMO
1 2	2 1	25%
1 3	3 1	67%
1 4	4 1	113%

Para conocer la conveniencia o desventaja que puede ocasionar la aceptación de un descuento a cambio de una mayor adquisición de unidades con respecto a la óptima calculada, se procede primero a conocer cual es el Costo de Gestión Optimo como porcentaje de precio unitario.

Si se supone

Costo de Posesión (i) $=$ 0,10
Costo unitario (Cu) $=$ \$ 10
Número óptimo pedidos (n(o)) $=$ 3,46 (teórico)
Demanda (D) $=$ 2400
Q(o) $=$ 692

puede demostrarse que el Costo de Gestión Optimo en Función del Costo unitario es

$$CG(o) = D.Cu.\,\gamma$$

siendo

$$\gamma = \frac{100\ \ U}{n(o)Cu} = \%$$

y U el Costo de Posesión anual de 1 artículo

$$U = Cu.i$$

luego resolviendo las expresiones resulta

$$U = 10 \times 0{,}1 = 1$$
$$\gamma = \frac{100 \times 1}{3{,}46 \times 10} = 2{,}89\ \%$$

$$CG(o) = 2400 \times 10 \times 0{,}0289 = 692$$

cantidad que resulta igual a la obtenida mediante el sistema emplea do en el título 3-III.

Utilizando el coeficiente vinculado como se ha demostrado al valor de la demanda anual puede aceptarse que un % de incremento sobre el costo de gestión óptimo (CG(o)) incidirá necesariamente so bre e l coeficiente permaneciendo constante el valor D.Cu.
Luego, si se ofrece una rebaja de 0,5% del Costo Unitario si se du plica por ejemplo la cantidad de compra puede determinarse las ven tajas o pérdidas de la operación.

Por duplicar el pedido la tabla indica que el Costo de Gestión óptimo al incrementar en 25% (pérdida)

$$25\%\ \gamma = 25\%\ 2{,}89\% = 0{,}7225\%$$

Por duplicar el pedido se otorga una rebaja de 0,5% (ganancia).

La diferencia entre la ganancia y pérdida e s - 0,2225. Por tanto la operación debe ser desechada.

III.- RESTRICCIONES FINANCIERAS O DE ESPACIO.

En los casos analizados hasta ahora no se suponían restricciones de la naturaleza indicada precedentemente.
El caso es tratado en la página 195 de la obra "Investigación Operativa" - 2a. Parte del Ingeniero Isidora Marín.

El problema se resuelve buscando que la suma de la superficie a ocupar por todos los productos (cada uno con su diferente Q(o)) o la suma del importe que origina la compra de todos los artículos (cada uno con su diferente CGTE (o)) se encuentre dentro de la superficie de almacenajo disponible o las disponibilidades asignadas.

El proceso de resolución es el siguiente:

Se suponen tres artículos A, B y C con las siguientes características:

D.	1.000	1.500	2.000
Ca.	100	100	100
Cu.	40	30	20
i.	0,10	0,10	0,10

Importe asignado $ 24.320.-

Los respectivos valores óptimos resultan ser:

Q(o) A : 223
Q(o) B : 316
Q(o) C : 447

La adquisición de esas cantidades representan:

A : $ 8.920
B : $ 9.480
C : $ 8.940 $ 27.340

que supera la cantidad disponible:

$ 27.340 - $ 24.320 = $ 3.020

Por lo indicado, debe procederse a efectuar una disminución, buscando, que la quita origine los menores desequilibrios en el Costo de Gestión, desequilibrio que siempre se producirán por desvíos con respecto al Q(o) de cada artículo.

Para efectuar la reducción, se procede a realizar una corrección en la clásica fórmula de Q(o), la que quedará:

$$Q(A) = \sqrt{\frac{2\,D(a).\,C(A)}{Cu(A).i(A) - 2\lambda v(A)}}$$

donde v (A) será igual a $\frac{1}{Cu\ (A)}$

Igual corrección corresponde hacer para los artículos B y C.

Resolviendo las expresiones resulta:

$$Q(A) = \sqrt{\frac{200.000}{4 - 0,05\lambda}}$$

$$Q(B) = \sqrt{\frac{300.000}{3 - 0,066\lambda}}$$

$$Q(C) = \sqrt{\frac{400.000}{2 - 0,10\lambda}}$$

Para diferentes valores de λ se busca que la inversión alcance a la suma asignada.

λ	Q(A)	Q(B)	Q(C)	Q(A) CU(A) + Q(B) CU(B) + Q(C) CU (C) = \$ 24.320
- 5	216	300	400	25.640 > 24.320
-10	211	286	365	24.320 = 24.320

A la teoría expuesta por el autor citado hasta aquí tratada, puede agregarse el cálculo del importe que incrementa el CG(o).

Para los Q(o) este costo era:

	Q(o)	CG(o)	
A	223	888	
B	316	948	
C	447	892	2.728

Ahora, el Costo de Gestión se incrementará para cada artículo:

CG(A)	1,79	
CG(B)	4,74	
CG(C)	19,67	26,20

Este incremento representa menos del 1% con respecto al Costo de Gestión óptimo (\$ 2.728).

IV.- CALCULO DE REPUESTOS PARA EQUIPOS.

De la misma manera que se confeccionan Tablas de Mortalidad para el cálculo de las probabilidades de vida de las personas, se ha ideado la confección de elementos similares que registren la sucesión temporal de fallas en los componentes de equipos.

Se asimila así la idea del nacimiento, duración y muerte de grupos humanos a iguales eventos correspondientes a grupos de piezas o partes de los conjuntos.

De esta manera, son adoptados muchos principios de la Matemática Actual, señalándose en el siguiente ejemplo un caso somple jo a partir del cual puede deducirse toda la gama de informaciones que es factible obtener limitando cada alternativa.

Supongamos que se cuenta con tres máquinas de distinta naturaleza X, Y y Z que poseen un determinado respuesto R de rápido desgaste y alto valor unitario, cuya avería ocasiona la paralización de un proceso o una tarea.

La edad de cada uno es:

R (x)	1	mes
R (y)	0	mes
R (z)	2	mes

y se desea conocer la probabilidad de falla de todos; de 2; de 1 o de ninguno en los próximos 2 meses para acopiar el respectivo reemplazo.

Se posee una Tabla de Motalidad que indica lo siguiente:

x	lx	dx
0	100	11
1	89	13
2	76	56
3	20	16
4	4	4
5	0	

siendo:

x Duración alcanzada
lx Cantidad que no registró fallas
dx Cantidad que registró fallas.

Las probabilidades serán entonces:

a) De que fallen todos.

$$(1 - nPx)\ (1 - nPy)\ (1 - nPz)$$
$$(1 - 2P1)\ (1 - 2P0)\ (1 - 2P2)$$

$$2P1 = \frac{20}{89} = 0{,}22$$

$$2P0 = \frac{76}{100} = 0{,}76$$

$$2P2 = \frac{4}{76} = 0{,}05$$

$$(1 - 0{,}22)\ (1 - 0{,}76)\ (1 - 0{,}05) = 0{,}1778.$$

b) De que fallen 2

$$nPx + nPy + nPz - 2(nPxy + nPxz + nPyz) + 3\,nPxyz$$
$$2P1{,}0 = 0{,}22 \times 0{,}76 = 0{,}1672$$
$$2P1{,}2 = 0{,}22 \times 0{,}05 = 0{,}011$$
$$2P0{,}2 = 0{,}76 \times 0{,}05 = 0{,}038$$
$$2P1{,}0{,}2 = 0{,}22 \times 0{,}76 \times 0{,}05 = 0{,}00836$$

$$0{,}22 + 0{,}76 + 0{,}05 - 2(0{,}1672 + 0{,}011 + 0{,}038) + 3 \times 0{,}00836 = 0{,}62268.$$

c) De que falle 1

$$nPxy + nPxz + nPyz - 3\,nPxyz$$
$$0{,}1672 + 0{,}011 + 0{,}038 - 0{,}02508 = 0{,}19112$$

d) De que no existan fallas.

$$nPx \cdot nPy \cdot nPz$$
$$0{,}22 \times 076 \times 0{,}05 = 0{,}00836$$

La suma de las probabilidades de las cuatro alternativas será uno (1).

Se verifica de este modo, que la mayor probabilidad corresponde al caso b) (2 fallas) con un valor de 0,62268.

En base a los cálculos indicados precedentemente puede calcularse el Nivel de Seguridad correspondiente.

Suponiendo la siguiente información

FALLAS	PROBABILIDADES
0	0,5
1	0,25
2	0,15
3	0,10

estimándose

COSTO DE FALTA (CF)

Costo Unitario	\$ 1.300	
Costo de Escasez	\$ 6.700	
Costo de Aprovisión.	\$ 2.000	\$ 10.000.-

COSTO DE EXISTENCIAS (CE)

Costo Unitario de Posesión $ 200
Costo Unitario ~~$ 1.300~~ $ 1.500

El Costo de Escasez corresponde a los Costos por paralización de actividades mientras se obtiene el artículo; mayores costos de éste por fabricación, envío, especiales, etc.

Con la información indicada puede confeccionarse una matriz como la que se indica a continuación

Costo Existencias	Probabilidad de fallas	0,5	0,25	0,15	0,10
	Fallas / Existencias	0	1	2	3
0	0	0	10.000	20.000	30.000
1.500	1	1.500	1.500	1.500 10.000 11.500	1.500 20.000 21.500
3.000	2	3.000	3.000	3.000	3.000 10.000 13.000
4.500	3	4.500	4.500	4.500	4.500

La explicación de la misma es la siguiente: Si se adopta la decisión de tener un (1) repuesto (2a. fila) y se produce

0 falla el costo será 1500 (CE)
1 falla el costo será 1500 (CE)
2 fallas el costo será 1500 (CE)
10000 (CF) 11500
3 fallas el costo será 1500 (CE)
20000 (CF) 21500

Aplicando la respectiva probabilidad a cada caso resulta:

0 = 0,5 ($0) + 0,25 (10000) + 0,15 (20000) + 0,10 (30000) = 8.500

1 = 0,5 (1500) + 0,25 (1500) + 0,15 (11500) + 0,10 (21500) = 5.000

2 = 0,5 (3000) + 0,25 (3000) + 0,15 (3000) + 0,10 (13000) = 4.000

3 = 0,5 (4500) + 0,25 (4500) + 0,15 (4500) + 0,10 (4500) = 4.500

Luego la decisión será acopiar 2 repuestos.

V.- DECISION PARA ADQUIRIR UN BIEN O CONTRATAR UN SERVICIO DE DISTRIBUYE COSTOS.

La decisión requerida se presenta en el siguiente caso. Es frecuente en la época actual, enfrentarse con un conjunto de nuevos equipos y técnicas que, bien apoyadas en campañas publicitarias promueven e incitan a la adquisición de lementos cuyas ventajas generalmente no pueden medirse frente al rendimiento de los medios en uso.

La elección debe responder al cumplimiento de la expresión:

$$Cu \leq \Delta I \frac{(1+i)^n - 1}{i\,(1+i)^n}$$

siendo:

Cu el Costo de Adquisición
i la tasa de interés vigente en el mercado

$\Delta I = G(A) - G(I)$

donde

G(A) son los gastos ahorrados por la adquisición del bien ofrecido.

G(I) son los gastos incurridos por la adquisición del bien ofrecido.

VI.- DECISION PARA ADQUIRIR UN BIEN O EQUIPO FRENTE A DOS ALTERNATIVAS.

Se supone la oferta de los bienes A-1 y A-2 con las siguientes características:

	A-1		A-2
Costo unitario	Cu-1	>	Cu-2
Vida útil	n-1	>	n-2

siendo:

$$Cu\text{-}1 \gtrless Cu\text{-}2$$
$$n\text{-}1 \gtrless n\text{-}2$$

Se calcula el Valor de cada inversión por gastos de mantenimiento, adoptando la expresión:

$$In = \frac{Cn}{(1+i)^{n-1}}$$

que sumado al Costo unitario indicará el monto real de la inversión.

Esta operación se efectúa conviniendo que el importe se deposita y capitaliza através del tiempo.

Supongamos dos bienes con distinta vida útil (A-1: 4 años; A-2: 3 años) y rigiendo en el mercado una tasa de interés de 0,20.

Año	Costo	A-1	A-2
1	Costo unitario	95.000	65.000
2	Costo de mantenimiento	10.000	10.000
3	idem	15.000	18.000
4	idem	22.000	65.000
		142.000	158.000

Para determinar el real valor de los bienes se calculan los respectivos valores actuales:

Año	$\frac{1}{(1+i)^{n}}$	A-1	A-2
1	1	95.000	65.000
2	1,2	8.333	8.333
3	1,44	10.416	12.500
4	1,728	12.731	37.037
		126.480	122.870

El cálculo muestra así tres conceptos del problema:

a) Sin considerar los gastos de mantenimiento, inicialmente se hubiera optado por el bien A-2

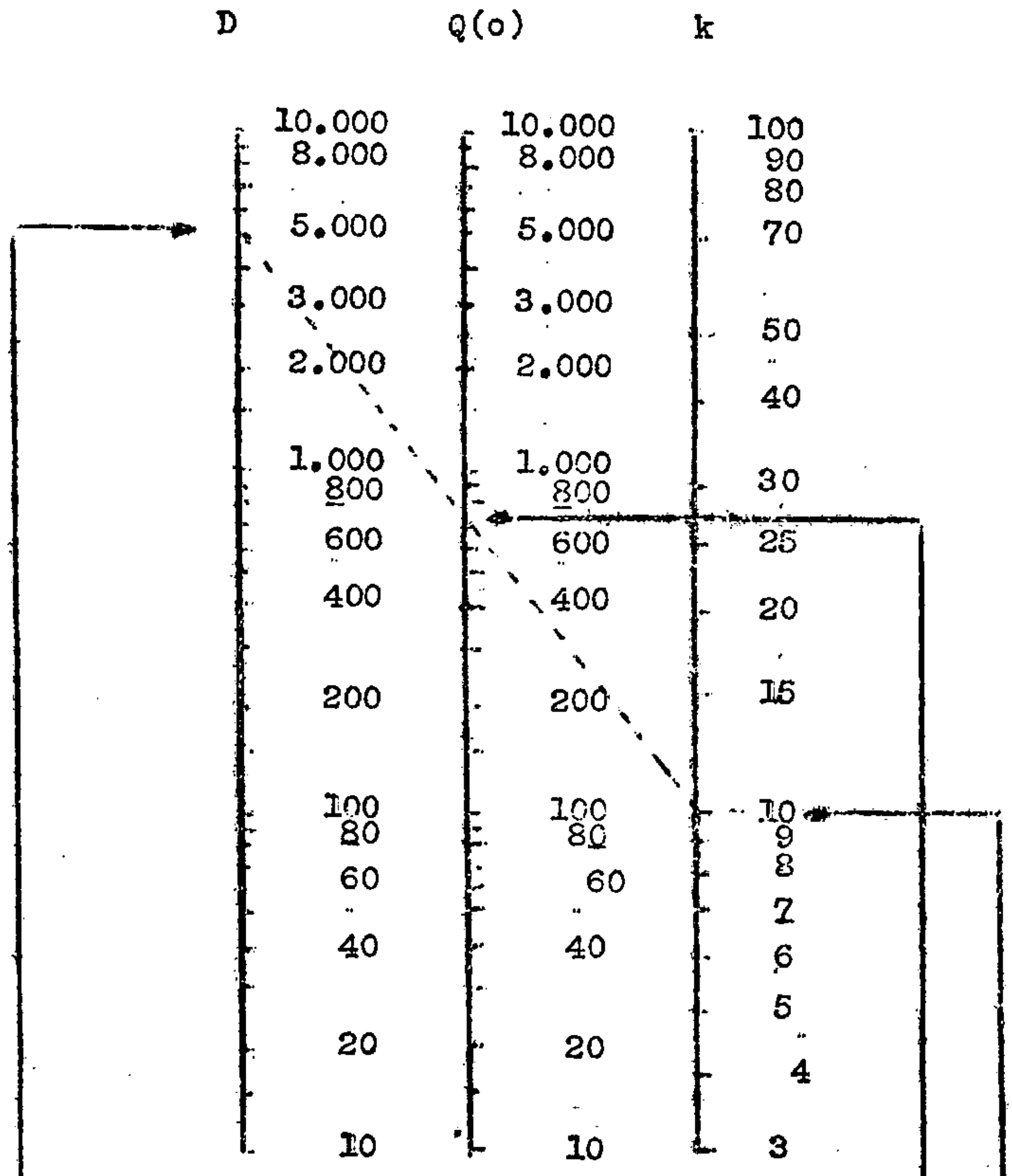
b) Considerando los mismos gastos:

1) Sin actualizar, se decide la compra de A-1

2) Actualizando todos los valores, resulta conveniente adquirir el bien A-2, siendo ésta la decisión que debe adoptarse.

ANEXO 1

ABACO PARA DETERMINACION DE Q(o)



Cu = 20
Ca = 100 k = 10
i = 0,10

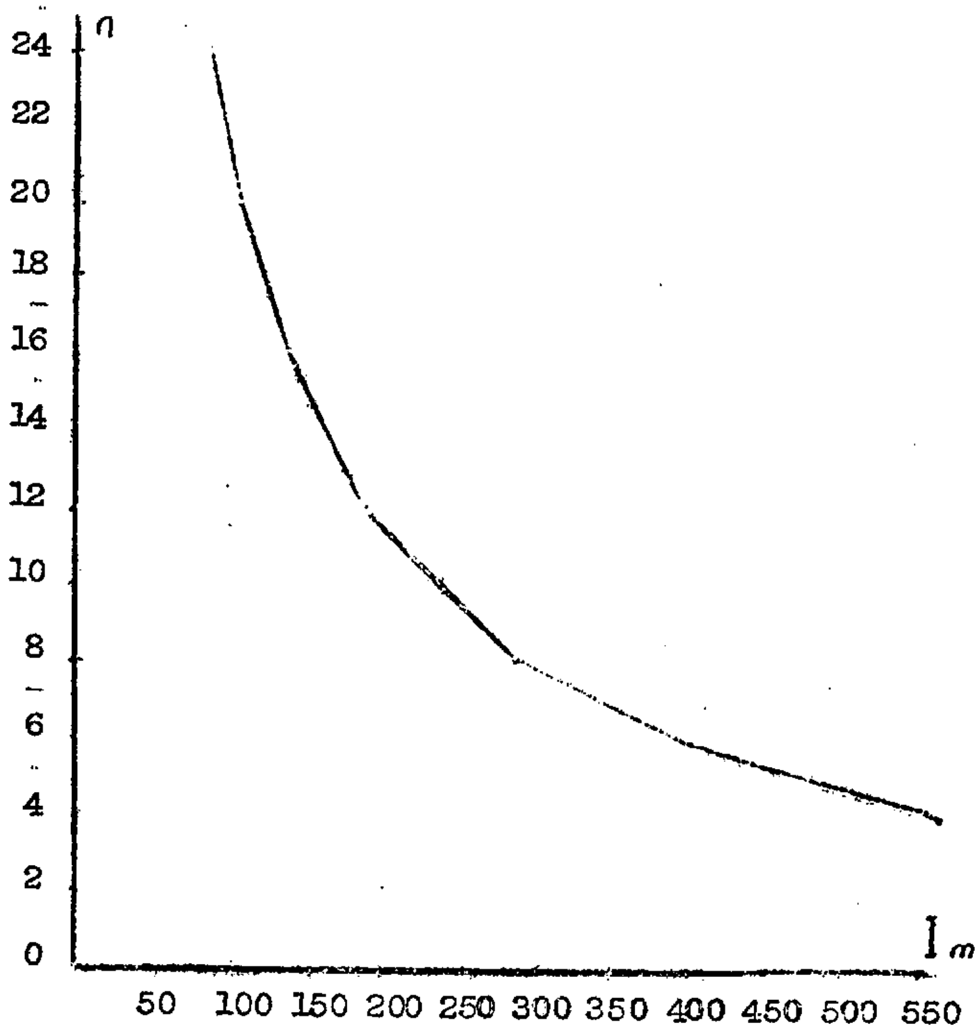
D = 5000

$$Q(o) = k\sqrt{D}$$

$$= 10\sqrt{5000} = 707$$

ANEXO 2

Tabla de cálculo para determinación de número de pedidos o monto de la inversión.



$$\frac{\left(\sum \sqrt{DCu}\right)^2}{2} = 2.260.000$$

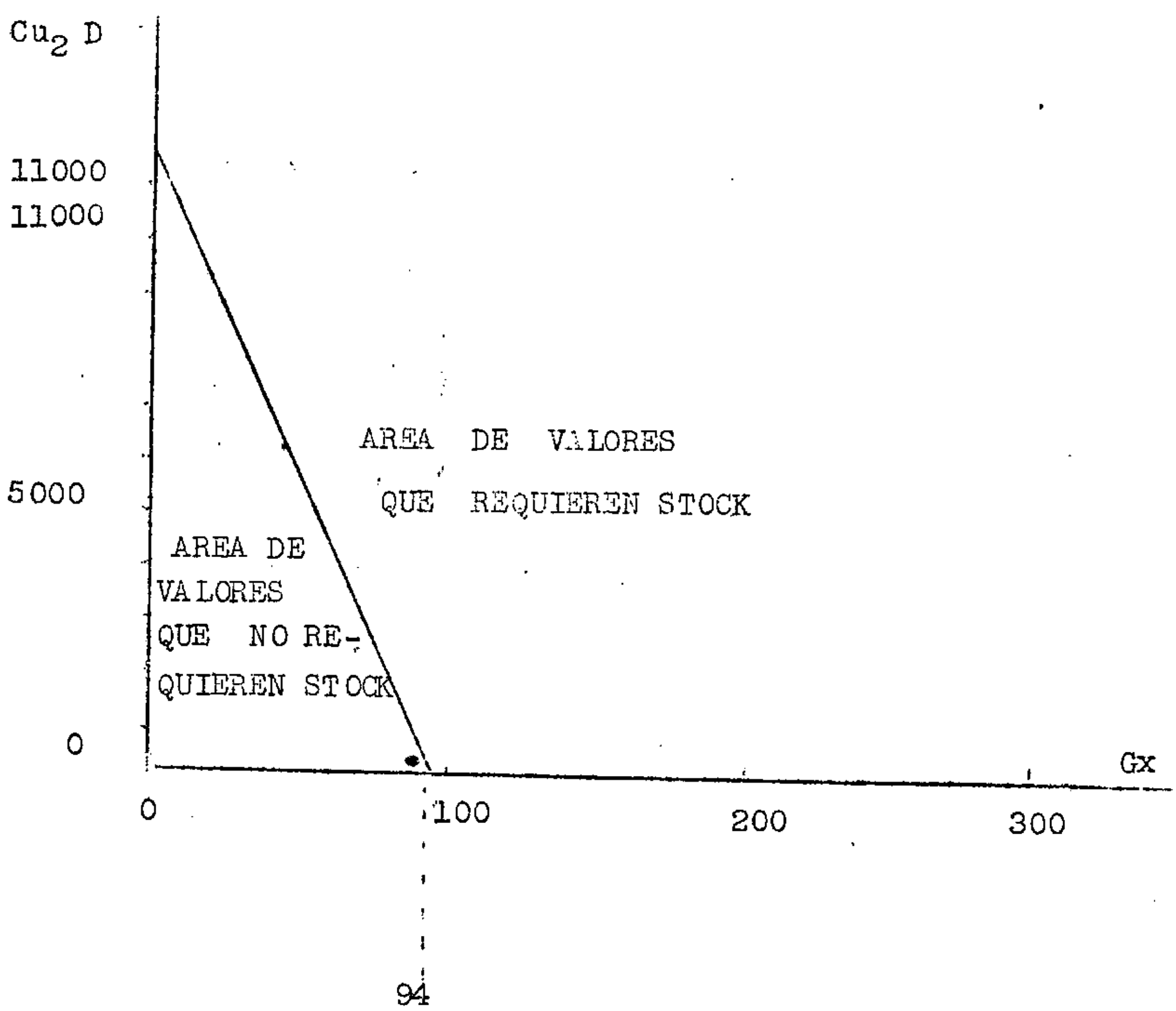
n	Im
4	565000
8	282500
12	188333
16	141250
20	113000
24	94165

TABLA Y GRAFICO PARA DETERMINACION DE LOS CASOS EN QUE NO SE IMPONE FORMAR STOCK

Ca = 600
i = 0,10
Cu_1 = 100
Cu_2 = 110
D = 100
N = I

$$Z = \frac{Ca - Gx}{1 - \frac{Cu_1}{Cu_2}\left(\frac{i}{2} - 1\right)} = \frac{600 - Gx}{0,046} =$$

Gx	Z		Cu_2 D	Decisión
0	13478	>	11000	No formar stock
100	10864	<	11000	Formar stock
94	11000	=	11000	Límite
200	8695	<	11000	Formar stock
300	6521	<	11000	Formar stock



ANEXO 4

TABLA PARA DETERMINACION DE INCREMENTOS EN EL COSTO DE GESTION OPTIMA POR DESVIOS DE LA CANTIDAD OPTIMA.

FRECUENCIA DE PEDIDOS OPTIMA	ADOPTADA	% DE INCREMENTO SOBRE EL COSTO DE GESTION OPTIMO
1	2	
2	1	25%
1	3	
3	1	67%
1	4	
4	1	113%
1	5	
5	1	160%
1	6	
6	1	208%
1	7	
7	1	257%
1	8	
8	1	306%
1	9	
9	1	355%
1	10	
10	1	405%

B I B L I O G R A F I A

Gestión Económica de Stocks.- A. Rambaux

Investigación Operativa.- Isidoro Marín

Investigación Operativa.- Faure, Boss y Le Garff

Apuntes Curso Investigación Operativa (Problemas de Stock) CITEFA. Año 1961

Modelos estáticos de stock.- Isidoro Marín

Programa de Gestión de Inventarios y Técnicas de Control IMPACT.- I.B.M.

Métodos estadísticos aplicados a la Economía y los Negocios. F.Cecil Mills.

Teoría Económica.- Erich Schneider.

Scientific Inventory Manegement Series.- General Service Administration EE.UU.

Exponential Smoothing.- Advance Logistic Research and Developmen Branch. U.S.A. Navy.

Esquema de Contabilidad Pública Integral.- Alfredo Le Pera.

Acuerdos Ejecutivos e Investigación de Operaciones.- Miller y Starr.

1er. Seminario Latinoamericano sobre Compras y Suministros Oficiales 1963. Naciones Unidas.

Matemática actuarial. J.Gonzalez Calé.