



Formulario para DN-0105 y DN-0110

Análisis de Decisiones

$$VME(\text{alternativo}) = \sum X_i P(X_i)$$

En donde:

VME= valor monetario esperado

X_i = pago para el estado de la naturaleza i

$P(X_i)$ = probabilidad de lograr el pago X_i

$$VECIP = \sum MPEN \times P(X_i)$$

En donde:

VECIP= valor esperado con información perfecta

MPEN= mejor pago en el estado de la naturaleza i

$P(X_i)$ = probabilidad del estado de la naturaleza X_i

$$VEIP = VECIP - \text{el mejor VME}$$

En donde:

VEIP= valor esperado de la información perfecta

$$VEIM = (VECIM + \text{Costo}) - VESIM$$

En donde:

VEIM= valor esperado de la información de muestra

VECIM= valor esperado con información de muestra

VESIM= valor esperado sin información muestral

$$EIM = \frac{VEIM}{VEIP} 100\%$$

En donde:

EIM= eficiencia de la información de muestral

$$\text{Utilidad de otro resultado} = [(p)(UMR) + (1 - p)(UPR)]$$

En donde:

UMR= utilidad del mejor resultado

UPR= utilidad del peor resultado

Pronósticos

Promedio Simple

$$\hat{Y}_{t+1} = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{n}$$

En donde:

\hat{Y}_{t+1} = valor de pronóstico para el siguiente periodo

Y_t = valor real para el periodo actual

n = longitud de la serie de datos





Promedio Móvil

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + Y_{t-n+1}}{n}$$

En donde:

\hat{Y}_{t+1} = valor de pronóstico para el siguiente periodo

Y_t = valor real para el periodo actual

n = longitud de la serie de datos

Promedio Móvil Ponderado

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{\omega_1 Y_t + \omega_2 Y_{t-1} + \omega_3 Y_{t-2} + \omega_n Y_{t-n+1}}{n}$$

En donde:

\hat{Y}_{t+1} = valor de pronóstico para el siguiente periodo

Y_t = valor real para el periodo actual

ω = peso para la i -ésima observación

n = sumatoria de los pesos

Promedio Móvil Doble

$$M_t = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + Y_{t-n+1}}{n}$$

$$M'_t = \frac{M_t + M_{t-1} + M_{t-2} + M_{t-n+1}}{n}$$

$$a_t = 2M_t - M'_t$$

$$b_t = \frac{2}{n-1} (M_t - M'_t)$$

$$\hat{Y}_{t+p} = a_t + (b_t \times p)$$

En donde:

\hat{Y}_{t+p} = valor de pronóstico para el periodo t más p

Y_t = valor real para el periodo actual

M_t = primer promedio móvil

M'_t = segundo promedio móvil

a_t = diferencia entre promedios móviles

b_t = pendiente de la curva de pronóstico





Suavización Exponencial Simple

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)\hat{Y}_t$$

En donde:

\hat{Y}_{t+1} = pronóstico para el próximo periodo

Y_t = valor real para la serie en el periodo t

\hat{Y}_t = pronóstico anterior de la serie atenuada al periodo t-1

α = constante de atenuación

Método de Holt

$$A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$\hat{Y}_{t+p} = A_t + pT_t$$

En donde:

A_t = nuevo valor atenuado

Y_t = valor real para la serie en el periodo t

α = constante de atenuación

β = constante de atenuación de la estimación de la tendencia

T_t = estimación de la tendencia

p = periodos a pronosticar en el futuro

\hat{Y}_{t+p} = valor de pronóstico para el periodo t más p

Método de Winter

$$A_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-L}} + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{A_t} + (1 - \gamma)S_{t-L}$$

$$\hat{Y}_{t+p} = (A_t + pT_t)S_{t-L+p}$$

En donde:

A_t = nuevo valor atenuado

Y_t = valor real para la serie en el periodo t

α = constante de atenuación

β = constante de atenuación de la estimación de la tendencia

T_t = estimación de la tendencia

γ = constante de atenuación de la estimación de la estacionalidad

S_t = estimación de la estacionalidad

p = periodos a pronosticar en el futuro

L = longitud de la estacionalidad

\hat{Y}_{t+p} = valor de pronóstico para el periodo t más p





Regresión Lineal Simple

$$Y_t = a + bx$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = \frac{\sum xy - n(\bar{y})(\bar{x})}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2}$$

En donde:

Y_t = variable dependiente

x_t = variable independiente

a = intersección de la recta

b = pendiente de la recta

Medición del Ajuste del Modelo de Regresión

$$SCT = \sum (Y - \bar{Y})^2$$

$$SCE = \sum (Y - \hat{Y})^2$$

$$SCR = \sum (\hat{Y} - \bar{Y})^2$$

En donde:

SCT = suma de cuadrados total

SCE = suma de los cuadrados de los errores

SCR = suma de cuadrados debido a la regresión

Y = variable dependiente

\bar{Y} = promedio de la variable dependiente

\hat{Y} = variable dependiente pronosticada

$$r^2 = \frac{SCR}{SCT} = 1 - \frac{SCE}{SCT}$$

En donde:

r^2 = coeficiente de determinación

$$r = \pm\sqrt{r^2}$$

En donde:

r = coeficiente de correlación





Descomposición de la Series de Tiempo

D_t = Demandas mensuales se agrupan de acuerdo a su estacionalidad

En donde:

D_t = ventas mensuales reales agrupadas en periodos de acuerdo con su estacionalidad

$$PA = \frac{\sum D_t}{n}$$

En donde:

PA = promedio anual de D_t

n = número total de periodos

$$PMPA = \frac{\sum D_{mpa}}{n_{mpa}}$$

En donde:

PMPA = promedio de los mismos periodos de agrupación

$\sum D_{mpa}$ = sumatoria de las demandas de los mismos periodos de agrupación

n_{mpa} = número de periodos para los mismos periodos agrupados

$$IE = \frac{PMPA}{PA}$$

En donde:

IE = índice estacional

Medidas de Exactitud del Pronóstico

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}$$

$$DMA = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n}$$

$$EMPA = \frac{\sum \left| \frac{\text{error}}{\text{real}} \right|}{n} \times 100\%$$

En donde:

EMC = error medio cuadrado

DMA = desviación media absoluta

EMPA = error medio absoluto porcentual

Señal de Rastreo

$$SR = \frac{SCEP}{DMA}$$

En donde:

SCEP = suma continua de los errores de proyección





Inventarios

Simbología

D= demanda anual en unidades

Co= costo de ordenar en dólares por orden

Ch= costo de conservación por unidad al año

Q= cantidad a ordenar en unidades

R= punto de re orden

Cu= costo unitario o de compra

Ia= índice de almacenamiento

L= tiempo de entrega del proveedor

\bar{L} = tiempo de entrega promedio

Ca= costo de alistamiento o preparación

p= tasa de producción diaria

\bar{d} = tasa de demanda diaria

t = duración de la corrida de producción en días

Cf = costo anual por faltantes por unidad que falta

F = faltante máximo, unidades pendientes

Imax = Nivel máximo de inventario

B = Inventario de seguridad

Z = Número de desviaciones estándar requeridas para el nivel de confiabilidad deseado

σ_L = Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega

Modelo de Lote Económico

$$Q = \sqrt{\frac{2DCo}{Ch}}$$

$$CT = \frac{D}{Q}Co + \frac{Q}{2}Ch$$

$$R = \bar{d} \times L$$

$$Ch = Cu \times Ia$$

$$Ia = \frac{\sum \text{costos y gastos asociados con mantenimiento}}{CMV + \text{Inventario Final}} + \text{Tasa Alt. de Inv.}$$





Modelo de EOQ con Descuentos o Diferencias en los Precios

$$Q = \sqrt{\frac{2DCo}{Ch}}$$

$$CT = \frac{D}{Q}Co + \frac{Q}{2}Ch + D \times Cu$$

Modelo de EOQ con Costos de Transporte por unidad

$$Q = \sqrt{\frac{2DCo}{(Cu + Ctr) \times Ia}}$$

$$CT = \frac{D}{Q}Co + \frac{Q}{2}((Cu + Ctr) \times Ia) + D \times (Cu + Ctr)$$

Modelo de EOQ con Costos de Transporte por contenedor o embarque

$$Q = \sqrt{\frac{2D(Co + Ctr)}{Cu \times Ia}}$$

$$CT = \frac{D}{Q}(Co + Ctr) + \frac{Q}{2}Cu \times Ia + D \times Cu$$

Modelo de EOQ con Reabastecimiento Gradual

$$Q = \sqrt{\frac{2DCa}{Ch \left(1 - \frac{d}{p}\right)}}$$

$$CT = \frac{D}{Q}Ca + \frac{Q}{2} \left(1 - \frac{d}{p}\right) Ch$$





Modelo de EOQ con Costos por Faltantes Conocidos

$$Q = \sqrt{\frac{Ch + Cf}{Cf}} \sqrt{\frac{2DCo}{Ch}}$$

$$CT = \frac{D}{Q} Co + \frac{(Q - F)^2}{2Q} Ch + \frac{F^2}{2Q} Cf$$

$$F = Q \left(\frac{Ch}{Ch + Cf} \right)$$

$$I_{max} = Q - F$$

$$R = DdL - F + B$$

$$B = E(x)_{DL} - F$$

Modelo de EOQ con Incertidumbre

$$Q = \sqrt{\frac{2DCo}{Ch}}$$

$$CT = \frac{D}{Q} Co + \left(\frac{Q}{2} + B \right) Ch + D \times Cu$$

$$R = Dd \times L + B$$

$$B = Z\sigma_L$$

Demanda variable y tiempo de entrega constante

$$R = \bar{d}L + Z(\sigma_d\sqrt{L})$$

Demanda constante y tiempo de entrega variable

$$R = d\bar{L} + Z(d\sigma_L)$$

Demanda y tiempo de entrega variable

$$R = \bar{d}\bar{L} + Z\left(\sqrt{\bar{L}\sigma_d + \bar{d}^2\sigma_L^2}\right)$$





PERT - CPM

$$Tne (\mu) = \frac{a + 4m + b}{6}$$

En donde:

a = tiempo optimista

m = tiempo más probable

b = tiempo pesimista

$$\sigma = \frac{b - a}{6}$$

$$\sigma_{RC} = \sqrt{\sum \text{de las } \sigma^2 \text{ de las actividades críticas}}$$

En donde:

σ_{RC} = Desviación estándar de la Ruta Crítica

Teoría de Colas

$$k = \frac{\mu_{requerida}}{\mu_{tasa \ de \ cambio}}$$

En donde:

k = personal o activos necesarios para formar una cuadrilla o centro de servicio

Una Cola un Servidor

$$\text{Estabilidad del modelo} = \lambda < \mu$$

En donde:

λ = tasa de llegada promedio

μ = tasa de servicio promedio

Longitud promedio de la cola

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

Tiempo de espera promedio en la cola

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda}$$





Longitud promedio del sistema

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

Tiempo de espera promedio en el sistema

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

Probabilidad de que el sistema esté vacío

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

Tiempo del actividad del sistema

$$U = 1 - P_0$$

Probabilidad de tener n unidades en el sistema

$$P_n = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n P_0$$

Probabilidad de que la línea exceda a L

$$P(n > L) = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{L+1}$$

Tasa de servicio requerida para un Wq meta

$$\mu = \frac{\lambda}{2} + \sqrt{\frac{\lambda^2}{4} + \frac{\lambda}{Wq}}$$



Varias Filas Varios Servidores

$$\text{Estabilidad del sistema} = \frac{\lambda}{F} < \mu$$

$$\lambda = \frac{\lambda}{F}$$

En donde:

F= número de filas

Y se utilizan las fórmulas de una cola un servidor

Una Cola Varios Servidores

$$\text{Estabilidad del sistema} = \left(\frac{\lambda}{C \times \mu} \right) < 1$$

En donde:

C= número de servidores

Longitud promedio de la cola C = 2

$$L_q = \frac{(\lambda/\mu)^3}{4 - (\lambda/\mu)^2}$$

Longitud promedio de la cola C = 3

$$L_q = \frac{(\lambda/\mu)^4}{\left(3 - \frac{\lambda}{\mu}\right) \times \left[6 + \frac{4\lambda}{\mu} + \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^2\right]}$$

Longitud promedio de la cola C ≥ 4

$$L_q = \frac{(\lambda/\mu)^{C+1}}{C \times C! \left(1 - \frac{\lambda/\mu}{C}\right)^2} \times P_0$$



Tiempo de espera promedio en la cola

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda}$$

Longitud promedio del sistema

$$L = Lq + \frac{\lambda}{\mu}$$

Tiempo de espera promedio en el sistema

$$W = \frac{L}{\lambda}$$

Probabilidad de que el sistema esté vacío

$$P_0 = \left[\frac{(\lambda/\mu)^c}{C! \left(1 - \frac{\lambda/\mu}{C}\right)} + 1 + \frac{(\lambda/\mu)^1}{1!} + \frac{(\lambda/\mu)^2}{2!} + \dots + \frac{(\lambda/\mu)^{(C-1)}}{(C-1)!} \right]^{-1}$$

Costo del Sistema de Colas

$$CT = (Cw \times L \times F) + (Cs \times C \times k)$$

En donde:

Cw = Costo de espera

F = Número de filas en el sistema

Cs = Costo del servicio

C = Número de servidores en el sistema

k = Cantidad de empleados en el servidor





Simulación

Fórmulas generadoras

Distribución Uniforme

$$x = a + (b - a)R$$

En donde:

a = valor mínimo

b = valor máximo

Distribución Triangular

$$x = a + \sqrt{(b - a)(c - a)}R \quad \forall R \leq \frac{b-a}{c-a}$$

$$x = c - \sqrt{(c - b)(c - a)(1 - R)} \quad \forall R \geq \frac{b-a}{c-a}$$

En donde:

a = valor mínimo

b = moda

c = valor máximo

R = número aleatorio

Distribución Exponencial

$$x = -\mu \times \ln(R)$$

Distribución Normal

$$Z = \sqrt{2 \times -1 \times \ln \times (R_1)} \times \cos(2 \times \pi \times R_2)$$

$$x = \mu + (Z \times \sigma)$$

Distribución Erlang

$$x = -\mu \times \ln \left(\prod_{i=1}^k R_i \right)$$



Cartas de Control

Desviación estándar: $\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$

Carta de Promedios:

$$LSC = \bar{\bar{x}} + (A_2 \times \bar{R})$$

$$LCC = \bar{\bar{x}}$$

$$LIC = \bar{\bar{x}} - (A_2 \times \bar{R})$$

Carta de Intervalos:

$$LSC = D_4 \times \bar{R}$$

$$LCC = \bar{R}$$

$$LIC = D_3 \times \bar{R}$$

Desgaste de herramienta:

$$\text{Posición inicial de la media} = LI_{Esp} + 3\sigma'$$

$$\text{Posición final de la media} = LS_{Esp} - 3\sigma''$$

En donde σ' cuando la herramienta está nueva y σ'' cuando está gastada

Caso de reproceso y desecho:

El costo esperado por pieza sería:

$$\text{Costo} = \frac{(Cm + Co + Cd)p_d + (Cm + Co)p_b + (Cm + Co + Cr)p_r}{p_b + p_r}$$



Carta de Individuales:

$$LSC = \bar{x} + 3\left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right)$$

$$LCC = \bar{x}$$

$$LIC = \bar{x} - 3\left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right)$$

Carta p:

$$p_i = d_i/n_i$$

$$\bar{p} = \frac{\text{Total de defectuosos}}{\text{Total de inspeccionados}}$$

$$\bar{n} = \frac{\text{Total de inspeccionados}}{\text{Total de subgrupos}}$$

$$LSC = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

$$LCC = \bar{p}$$

$$LIC = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

Carta p con límites variables:

$$LSC = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n_i}}$$

$$LCC = \bar{p}$$

$$LIC = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n_i}}$$





Carta np:

$$LSC = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})}$$

$$LCC = n\bar{p}$$

$$LIC = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})}$$

Carta c:

$$\bar{c} = \frac{\text{Total de defectos}}{\text{Total de subgrupos}}$$

$$\sigma_{ci} = \sqrt{\bar{c}}$$

$$LSC = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$LCC = \bar{c}$$

$$LIC = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

Carta u:

$$u_i = \frac{c_i}{n_i}$$

$$\bar{u} = \frac{\text{Total de defectos}}{\text{Total de artículos inspeccionados}}$$

$$\sigma_{ui} = \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LSC = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LCC = \bar{u}$$

$$LIC = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$



Análisis de Capacidad

$$C_p = \frac{LS_{Esp} - LI_{Esp}}{6\sigma}$$

$$C_{pk} = \text{Min} \left(\frac{\bar{\bar{x}} - LI_{Esp}}{3\sigma} \right) \text{ o } \left(\frac{LS_{Esp} - \bar{\bar{x}}}{3\sigma} \right)$$

$$C_{pm} = \frac{LS_{Esp} - LI_{Esp}}{6\sqrt{t}}$$

$$t = \sigma^2 + (\bar{\bar{x}} - LC_{Esp})^2$$

Función de pérdida de calidad de Taguchi: $L = D^2C$

Índice de inestabilidad: $St = \left(\frac{\text{Número de casusas asignables}}{\text{Número total de puntos graficados}} \right) \times 100$

Estimación de los índices mediante una muestra:

$$\widehat{C}_p = \frac{LS_{Esp} - LI_{Esp}}{6s}$$

$$\widehat{C}_p \pm Z_{\alpha/2} \frac{\widehat{C}_p}{\sqrt{2(n-1)}}$$

$$\widehat{C}_{pk} = \text{Min} \left(\frac{\bar{\bar{x}} - LI_{Esp}}{3s} \right) \text{ o } \left(\frac{LS_{Esp} - \bar{\bar{x}}}{3s} \right)$$

$$\widehat{C}_{pk} \pm Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\widehat{C}_{pk}^2}{2(n-1)} + \frac{1}{9n}}$$



$$\widehat{C}_{pm} = \frac{LS_{Esp} - LI_{Esp}}{6 \left(\sqrt{s^2 + (\bar{x} - LC_{Esp})^2} \right)}$$

$$\widehat{C}_{pm} \pm Z_{\alpha/2} \frac{\widehat{C}_{pm}}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\frac{1}{2} + \frac{(\bar{x} - LC_{Esp})^2}{s^2}}{\left[1 + \frac{(\bar{x} - LC_{Esp})^2}{s^2} \right]^2}}$$

Una larga trayectoria de excelencia...

