# Ejercicio Match Pala Camión

Luis Felipe Orellana E.
Pablo Paredes M.

# P1-Enunciado

Considere un sistema de carguío y transporte, con las siguientes características:

| | | |
|---|---|---|
| Capacidad equipo carguío | 50 | ton |
| Tiempo ciclo pala | 0.5 | min |
| Tiempo posicionamiento carguío | 0.2 | min |
| Tiempo posicionamiento descarga | 0.2 | min |
| Tiempo vaciado | 0.35 | min |
| Capacidad eq. Transporte | 300 | ton |
| Distancia viaje | 5 | km |
| Velocidad equipo cargado | 36 | km/hr |
| Velocidad equipo vacio | 45 | km/hr |

Se le pide, utilizando teoría determinística :

a) Calcular el número de camiones requeridos para saturar a la pala

b) Determinar el tiempo medio de espera de camiones

# Formulas

$$T_{carga} = \frac{Capacidad\ eq\ transporte\ [ton]}{Rendimiento\ pala\ [\frac{ton}{min}]}$$

$$T_{viaje\ cargado} = \frac{Distancia\ de\ viaje[km]}{Velocidad\ de\ viaje\ cargado[\frac{km}{hora}]}$$

$$T_{viaje\ descargado} = \frac{Distancia\ de\ viaje[km]}{Velocidad\ de\ viaje\ descargado[\frac{km}{hora}]}$$

$$T_{ciclo\ camión} = T_{carga} + T_{viaje\ cargado} + T_{pos\ descarga} + T_{descarga} + T_{viaje\ descargado} + T_{pos\ carga}$$

$$T_{medio\ de\ espera} = N°Camiones \times (T_{carga} + T_{Pos\ carga}) - T_{ciclo\ camión}$$

$$P_{1,n} = \sum_{x=n}^{N} \binom{N}{x} P_a^x\ P_{na}^{N-x}$$

# Solución

- Sin considerar pbb:

| | | |
|---|---|---|
| **Rendimiento de una pala** | 100 | ton/min |
| **Tiempo cargado de camión** | 3 | min |
| | | |
| **Tiempo de carga de 1 camión** | 3 | min |
| **Tiempo de viaje cargado, camión** | 8.3 | min |
| **Tiempo de viaje descargado, camión** | 6.7 | min |
| **Tiempo descarga** | 0.35 | min |
| **Tiempo posicionamiento carguío** | 0.20 | min |
| **Tiempo posicionamiento descarga** | 0.20 | min |
| | | |
| **Tiempo de ciclo camión** | 18.75 | min |
| | | |
| **Número de camiones para saturar la pala** | 6 | Camiones por pala |
| | | |
| **Tiempo medio de espera de camiones** | 0.45 | min |

# P2-Enunciado

Para las mismas condiciones anteriores, determinar probabilísticamente **cuantos camiones se requiere tener en la flota (N)** para poder contar con al menos n camiones para saturar a la pala.

Del ejercicio anterior, se requieren **n=6** camiones para saturar la pala.

**La probabilidad de contar con estos n camiones debe ser de un 90%.**

Para lo anterior suponga que la disponibilidad mecánica de los camiones es de un 85%.

¿Qué sucede si disminuye la disponibilidad mecánica a un 80%?

# Solución

En estadística, la **distribución binomial** es una distribución de probabilidad **discreta** que mide el **número de éxitos en una secuencia de *n*** ensayos independientes de Bernoulli con una probabilidad fija *p* de ocurrencia del éxito entre los ensayos.

Un experimento de Bernoulli se caracteriza por ser dicotómico, esto es, sólo son **posibles dos resultados**. A uno de estos se denomina **éxito** y tiene una probabilidad de **ocurrencia *p*** y al otro**, fracaso, con una probabilidad *q* = 1 - *p***.

En la **distribución binomial el anterior experimento se repite *n* veces**, de forma independiente, y se trata de calcular la **probabilidad de un determinado número de éxitos.**

Para representar que una **variable aleatoria *X*** sigue una distribución binomial de parámetros *n* y *p*, se escribe:

$$f(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$$

$$\binom{n}{x} = \frac{n!}{x!(n-x)!}$$

# Solución

Probabilidad que hay exactamente n camiones disponibles de una flota de N camiones:

$$Pn = \binom{N}{n} P_a^{\,n} P_{na}^{\,N-n}$$

N: Flota
n: camiones disponibles
Pa: Probabilidad de n camiones disponibles
Pna: Probabilidad de N-n camiones no disponibles (Equivale a 1-Pa)

# Solución

Probabilidad que haya al menos n camiones disponibles de una flota de N camiones:

$$P_{1,n} = P_n + P_{n+1} + \cdots . P_N$$

$$P_{1,n} = \binom{N}{n} P^n (1-P)^{N-n} + \binom{N}{n+1} P^{n+1} (1-P)^{N-n-1} + \cdots + \binom{N}{N} P^N (1-P)^{N-N}$$

$$P_{1,n} = \sum_{x=n}^{N} \binom{N}{x} P^x (1-P)^{N-x}$$

N: Flota

n: camiones disponibles

P: Probabilidad de n camiones disponibles

(1-P): Probabilidad de N-n camiones no disponibles

# Solución

- Para una flota de N=7 camiones (DM=0.85)

  Calcularemos la probabilidad de tener al menos 6 camiones disponibles.

| x | N-x | Px,N |
|---|---|---|
| 6 | 1 | 0.40 |
| 7 | 0 | 0.32 |
| **Probabilidad** | | **0.72** |

$$P_{1,n} = \binom{N}{n} P^n (1-P)^{N-n} + \binom{N}{n+1} P^{n+1} (1-P)^{N-n-1} + \cdots + \binom{N}{N} P^N (1-P)^{N-N}$$

$$P_{1,n} = \sum_{x=n}^{N} \binom{N}{x} P^x (1-P)^{N-x}$$

# Solución

- Para una flota de N=8 camiones

Calcularemos la probabilidad de tener al menos 6 camiones disponibles.

| x | N-x | Px,N |
|---|---|---|
| 6 | 2 | 0.24 |
| 7 | 1 | 0.38 |
| 8 | 0 | 0.27 |
| **Probabilidad** | | **0.89** |

$$P_{1,n} = \binom{N}{n} P^n (1-P)^{N-n} + \binom{N}{n+1} P^{n+1} (1-P)^{N-n-1} + \cdots + \binom{N}{N} P^N (1-P)^{N-N}$$

$$P_{1,n} = \sum_{x=n}^{N} \binom{N}{x} P^x (1-P)^{N-x}$$

# Solución

- Para una flota de N=9 camiones

Calcularemos la probabilidad de tener al menos 6 camiones disponibles.

| x | N-x | Px,N |
|---|---|---|
| 6 | 3 | 0.1 |
| 7 | 2 | 0.3 |
| 8 | 1 | 0.4 |
| 9 | 0 | 0.2 |
| **Probabilidad** | | **0.97** |

$$P_{1,n} = \binom{N}{n} P^{n}(1-P)^{N-n} + \binom{N}{n+1} P^{n+1}(1-P)^{N-n-1} + \cdots + \binom{N}{N} P^{N}(1-P)^{N-N}$$

$$P_{1,n} = \sum_{x=n}^{N} \binom{N}{x} P^{x}(1-P)^{N-x}$$

# Solución

- Para una flota de N=8 camiones (DM=0.8)

  Calcularemos la probabilidad de tener al menos 6 camiones disponibles.

| x | N-x | Px,N |
|---|---|---|
| 6 | 2 | 0.29 |
| 7 | 1 | 0.34 |
| 8 | 0 | 0.17 |
| **Probabilidad** | | **0.80** |

$$P_{1,n} = \binom{N}{n} P^n (1-P)^{N-n} + \binom{N}{n+1} P^{n+1} (1-P)^{N-n-1} + \cdots + \binom{N}{N} P^N (1-P)^{N-N}$$

$$P_{1,n} = \sum_{x=n}^{N} \binom{N}{x} P^x (1-P)^{N-x}$$