

# Ampliación de Investigación Operativa.

## Ejercicio práctico a desarrollar en clase.

Fecha de entrega: 1 de Junio

### 1. Teoría de colas

**Ejercicio 1.** A partir del archivo simulación sistema de espera.txt, propuesto para la simulación del sistema  $M | M | 1$ , programar de manera independiente los siguientes modelos:

- a) Finitud en la línea de espera, es decir el modelo  $M | M | 1 | K$ .
- b) Finitud en la población de entrada, es decir el modelo  $M | M | 1 | K | K$ .
- c) De carácter optativo, se propone programar y analizar el modelo  $M | M | s$ , con  $s > 1$ , lo cual se tendrá en cuenta muy positivamente.

y poner de manifiesto el funcionamiento de las mismas mediante un ejemplo.

Para cada uno de los modelos (incluyendo el  $M | M | 1$ ), obtener los siguientes datos:

1. Valores obtenidos de  $\rho$ ,  $L$ ,  $L_q$ ,  $W$  y  $W_q$  mediante la simulación (para los mismos parámetros). Compararlos con los valores teóricos obtenidos en clase.
2. (Opcional) Valores teóricos de  $\rho$ ,  $L$ ,  $L_q$ ,  $W$  y  $W_q$ , eligiendo los parámetros  $\lambda$ ,  $\mu$ ,  $K$  y  $N$ .
3. Costo para distintas tasas de servicio.
4. Longitud esperada de la cola para distintas tasas de servicio.
5. (Opcional) Número de elementos en cola en cada instante de tiempo entre el inicio y un tiempo  $t_{max}$  dado.

Una vez programados los anteriores modelos:

1. Compara el tiempo en el sistema de una cola MM2 con dos servidores y tasa de llegada  $\lambda$ , con dos colas MM1 con tasa de llegada  $\lambda/2$  (es decir, hacer una única cola para dos ventanillas o dos colas, una para cada una).
2. Representa en una gráfica el número de clientes en el sistema en función de  $\rho$  en una cola MMs, para los valores  $s = 1, 2, 5, 10$ .
3. Representa en una gráfica los valores  $P_i$ ,  $i = 0, \dots, 10$ , para una cola M/M/1/10, para  $\rho = 0,2, 0,5, 0,9, 1, 2$ .
4. (Opcional) Simula una cola GG1, con tiempo entre llegadas  $1 + x$ , donde  $x$  sigue una exponencial de parámetro  $\lambda$  y tasa de servicio constante e igual a 1. Representa en una gráfica el tiempo en el sistema en función de  $x$ . ¿Para qué valor de  $x$  la cola sería infinita?