

CASO DE ESTUDIO

SISTEMA SATE PARA UN AEROPUERTO DE 30 AERONAVES

Paula Barrachina Cáceres

Marc Castro Chávez

Javier Abella Nieto

Mario Martín Sola

Índice

1. Contexto del caso de estudio	2
2. Sistema SATE	2
3. Entidades del caso de estudio	3
3.1 Entidades Temporales:	3
3.2 Entidades Permanentes:	3
4. Proceso Modular	3
5. Hipótesis del caso de estudio	4
5.1 Sistémicas estructurales	4
5.2 Sistémicas de datos	5
5.3 Sistémicas simplificadoras	5
6. Diagrama de flujo	6
7. Modelización del sistema con FlexSim	8
8. Verificación	10
9. Diseño de experimentos a realizar	11
10. Estudio de datos y experimentos	13
11. Conclusiones	16

1. Contexto del caso de estudio

El objetivo principal de nuestro estudio es observar los tiempos de transporte de las maletas facturadas dentro del SATE y cómo en caso de que una o más maletas lleguen con retraso cual es el límite de tiempo para no retrasar el vuelo.

Para ello, tomamos como referencia el aeropuerto de Girona. Esto es debido a su similaridad con nuestro caso de estudio, ya que tiene disponibilidad para 50 aeronaves mientras que nosotros disponemos de 30. Además, este aeropuerto dispone de un total de ocho hipódromos, mientras que en nuestro caso de estudio tenemos cuatro.

Para analizar los datos, estudiaremos el día de mayor afluencia de pasajeros de este aeropuerto en el último año y tendremos en cuenta el total de salidas de ese día así como la capacidad de cada avión.

2. Sistema SATE

El *SATE* o “Sistema Automático de Tratamiento de Equipajes”, es un conjunto de elementos que lleva nuestro equipaje automáticamente desde el punto de facturación hasta el punto de entrega a los agentes ‘*handling*’, quienes transportarán finalmente nuestra maleta al avión.

3. Entidades del caso de estudio

En este apartado indicamos las entidades a tener en cuenta en nuestro estudio.

3.1 Entidades Temporales:

- Maletas
- Personas
- Aviones

3.2 Entidades Permanentes:

- **Diez puntos de entrada** para las maletas, uno para cada uno de los ocho mostradores de facturación y otro para cada uno de los dos puntos de autofacturación.
- **Cuatro hipódromos de carga** para la salida de las maletas.
- **Un punto de decisión** para los 4 puntos de salida.
- **Tres puntos de procesamiento** de equipaje.
- **Una cinta transportadora.**
- **Dos colas de entrada** para los viajeros, una para el punto de autofacturación y otra para los mostradores.

4. Proceso Modular

En primer lugar las personas van llegando al aeropuerto siguiendo una distribución normal y a medida de que sea posible van avanzando al mostrador donde harán la facturación que tarda entre 3 y 5 minutos por persona. Para facturar hay dos opciones, pasar por los mostradores u optar por el autoservicio de facturación. Un 20% de los 189 pasajeros de avión deciden pasar por el autoservicio. Al crear a un pasajero se le asigna el número de vuelo donde deberá ir la maleta, *numVol*.

Tras facturar las maletas, estas pasan a una cinta transportadora para ser ingresadas de forma ordenada al espacio técnico *SATE*, donde seguidamente se clasifican según el destino final asignándoles un color según el valor de *numVol*.

Seguidamente, las maletas son identificadas en 3 segundos, e inspeccionadas por el sistema, este proceso requiere un poco más de tiempo, exactamente 5 segundos y se decide si son aptas o no. También se determina a dónde deben dirigirse mediante una clasificación según el *numVol* que dura unos 3 segundos por maleta.

Estos procesos, se llevan a cabo mientras las maletas recorren la cinta, el tiempo va marcado por la velocidad en que son transportadas a través de la cinta.

Finalmente una vez las maletas han sido clasificadas en los puntos de decisión, estas se llevan al hipódromo de carga correspondiente y salen del sistema.

Durante el estudio deberá determinar el tiempo límite para introducirlas en el *SATE* y si el proceso de facturación por mostradores o autoservicio condiciona la velocidad de manera relevante.

5. Hipótesis del caso de estudio

5.1 Sistémicas estructurales

- Queda fuera del ámbito del estudio todo lo que pasa después de la salida del equipaje del sistema *SATE*.
- Queda fuera del estudio todas las llegadas de aviones al aeropuerto durante el día.

5.2 Sistémicas de datos

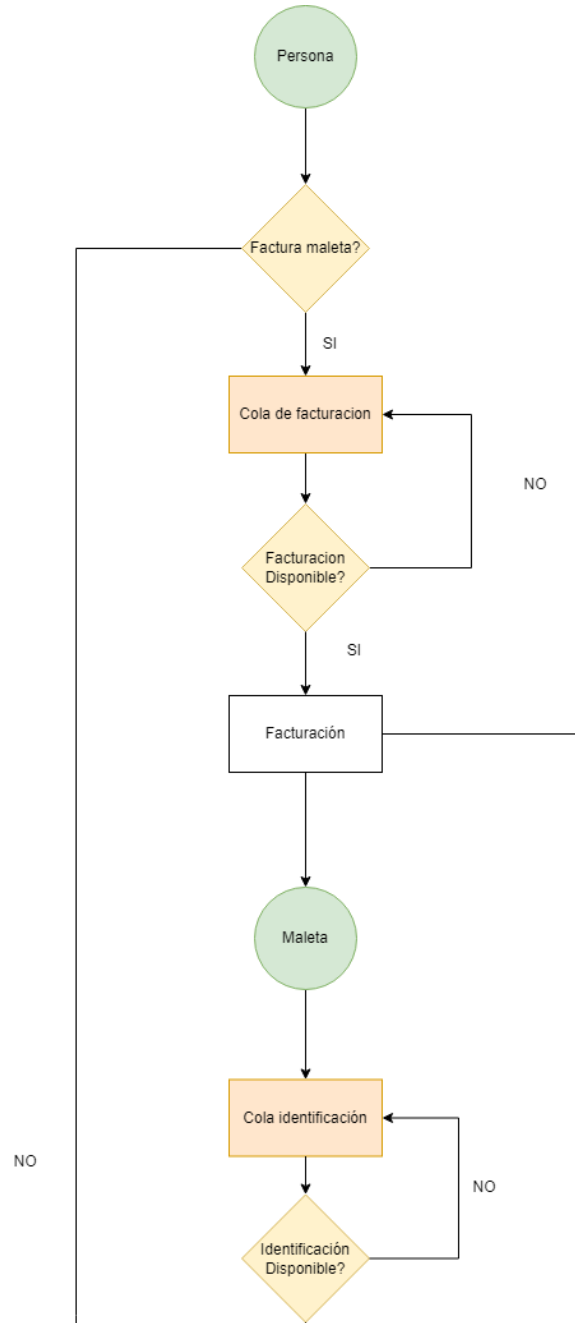
- Se realizará un ajuste de los datos empíricos a una distribución.
- El número de maletas que una persona puede facturar como máximo es de 3 y 1 como mínimo.
- Todos los pasajeros facturan. La probabilidad de que una persona facture una maleta es del 65%, mientras que para dos maletas es del 20% y para tres es del 15%

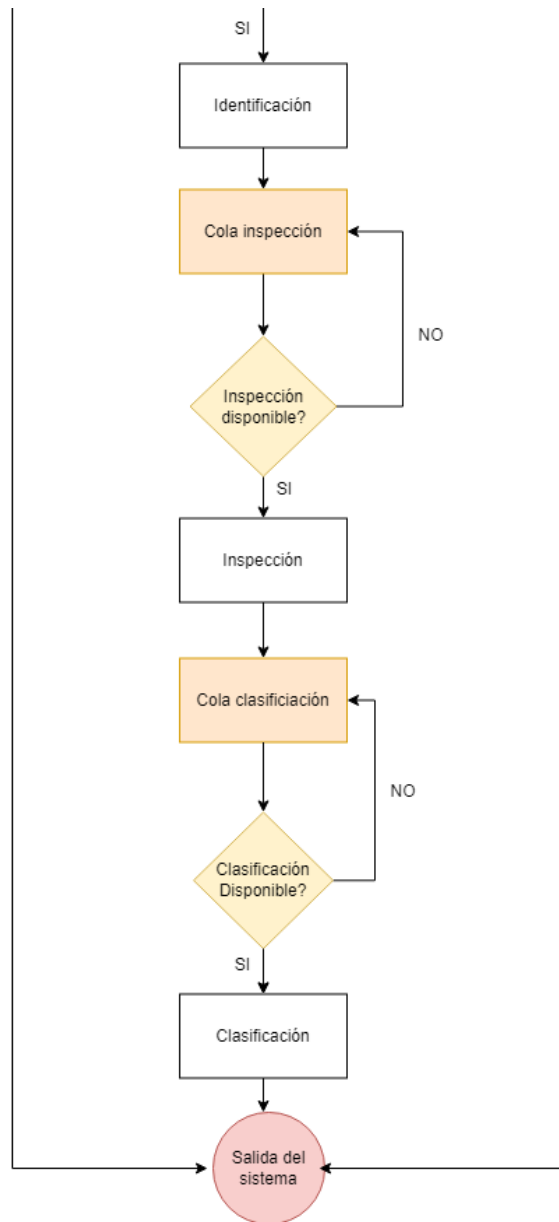
5.3 Sistémicas simplificadoras

- Se considera que no hay ningún fallo tecnológico en ningún momento.
- Se considera que todas las maletas que se reciben en el mostrador de facturación son aptas, y no se descarta ninguna.
- Se considera que todos los aviones tienen una capacidad de 189 pasajeros que siempre se llenará.

6. Diagrama de flujo

En el siguiente diagrama se describe el comportamiento del sistema cuando las personas acceden al mostrador de facturación para facturar sus maletas:



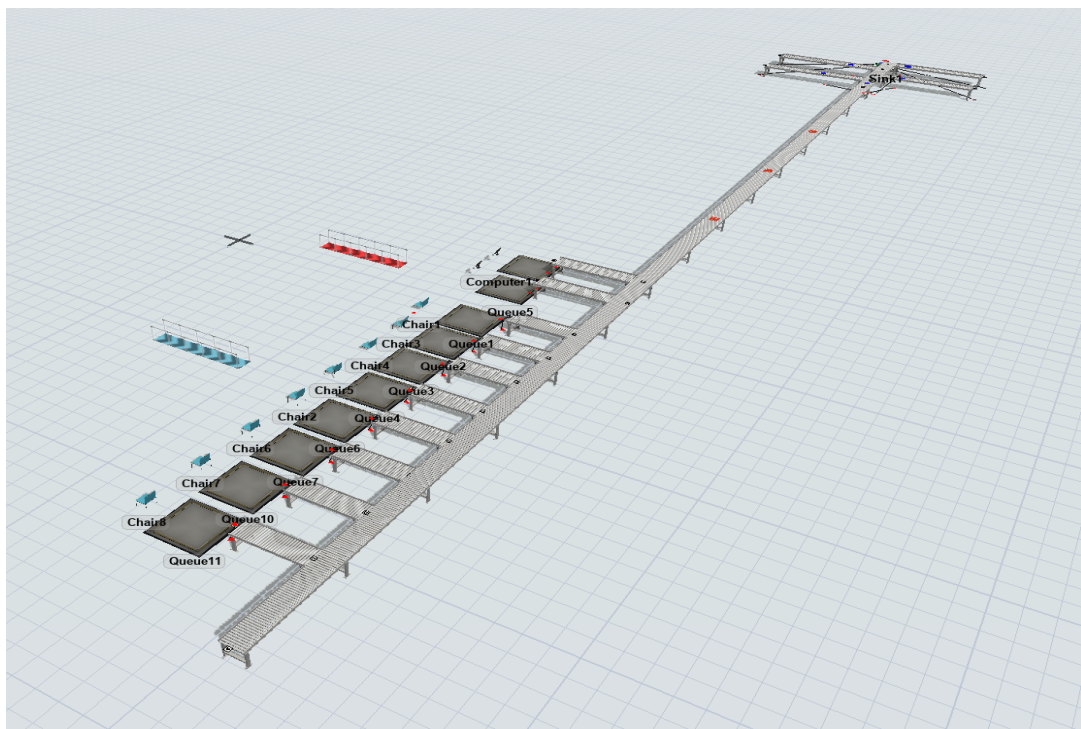


7. Modelización del sistema con FlexSim

En este apartado vamos a mostrar nuestro modelo del sistema SATE que hemos realizado con la herramienta FlexSim, además del *processFlow* con el fin de analizar el comportamiento y los escenarios del estudio.

El modelo consta de dos partes principales. Primero tenemos la parte que simula los diferentes espacios de facturación representados por las sillas: 8 colas de facturación normal y 2 de autofacturación; donde se van a generar las maletas que posteriormente son transportadas por las colas propias de cada mostrador.

A continuación, estas maletas se conectan con la cola principal, donde serán desplazadas hasta el punto de transporte de las bodegas de carga del avión correspondiente. Durante este recorrido hay tres franjas rojas que representan las diferentes fases de inspección de maletas. Al final, cada maleta es clasificada y transportada por la cinta correspondiente según su color.



Modelo FlexSim del sistema SATE

A continuación se muestra el *processFlow* que gestiona la lógica de las diferentes partes del modelo mostrado en la imagen anterior:

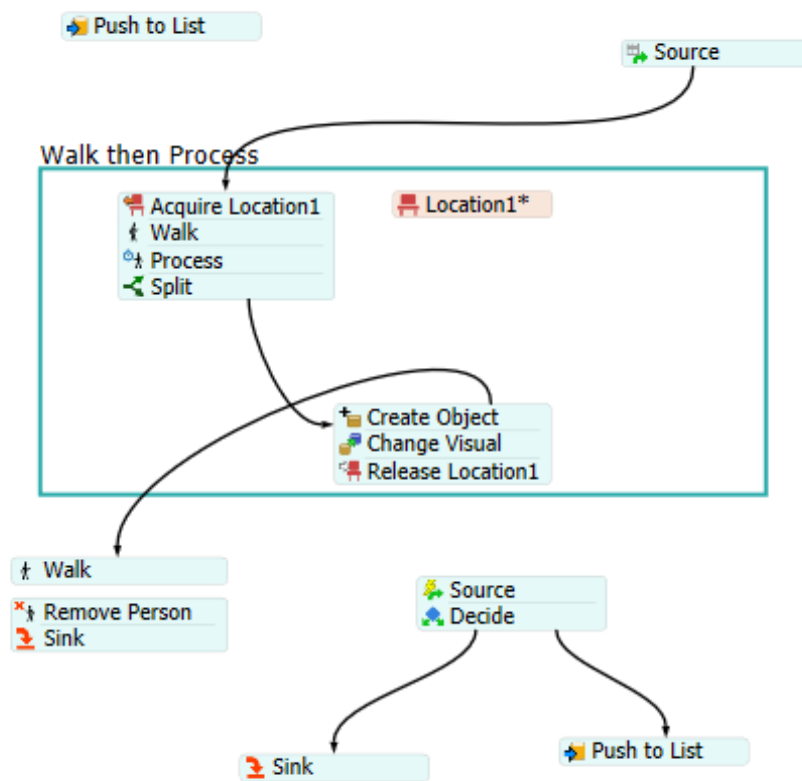


Diagrama processFlow del sistema SATE

La parte central “*Walk then process*” maneja el proceso de llegada del pasajero a la cola de facturación, la creación de las maletas y la salida del viajero del escenario del sistema.

Además, para obtener datos tangibles de las maletas que no llegan a tiempo, se ha creado un pequeño bloque en dónde se decide si la maleta se elimina del sistema debido a que ha llegado al avión, o bien se añade a la lista de maletas que no han llegado a tiempo.

8. Verificación

Para hacer la verificación de nuestro modelo hemos realizado una serie de pruebas con tal de observar que no ha habido ningún error en la construcción del modelo. Hemos comprobado que el modelo generado con FlexSim sigue la idea que presentamos inicialmente en el modelo conceptual.

Estas pruebas se han basado en realizar diversas ejecuciones para distintos rangos de horas del día que hemos decidido estudiar. En estos distintos rangos de horas, hemos decidido trabajar en la optimización del proceso de facturación, verificando que todos los elementos funcionaran y se encadenaran correctamente, y que no hubiera resultados extraños debido a errores de configuración. Se han llevado a cabo ejecuciones diferentes, jugando con diversas configuraciones de los procesos del sistema, como las duraciones de los procesos de facturación en mostrador, la velocidad de transporte del equipaje en las cintas y los procesos de identificación y validación del equipaje (siguiendo siempre el rango de valores propuestos en las hipótesis de datos).

Hemos verificado y generado nuestras estadísticas a partir de diferentes hitos en nuestro diagrama del “*Patient Flow*” del modelo de FlexSim.

En conclusión, al realizar todas estas verificaciones en nuestro modelo y corregir los aspectos que estaban incorrectamente configurados, nos hemos asegurado de que las hipótesis planteadas inicialmente al comenzar el proyecto se cumplieran. Por lo tanto, consideramos como grupo que está bien estructurado y es válido.

9. Diseño de experimentos a realizar

- **La finalidad** del estudio consiste en determinar con qué variaciones y tiempos se consigue facturar la maleta en el menor intervalo de tiempo posible, teniendo en cuenta:
 - Variación en el tiempo de inicio de facturación.
 - Variación en la salida de los distintos vuelos, cuantos más al mismo tiempo más impacto tiene.
- Los **parámetros** utilizados en los experimentos son los siguientes:
 - #Pasajeros
 - #Puntos de facturación abiertos
 - Tiempo de inicio de facturación según el vuelo
- La **variable de respuesta** del experimento es:
 - #Personas que llegan tarde al vuelo
- Todos los experimentos realizados comparten las siguientes características:
 - Porcentaje de personas que facturan en mostrador: 80%
 - Porcentaje de personas que usan autofacturación: 20%
 - Número de personas por avión: 189 personas
 - Tiempo de facturación: 3-5 minutos
 - Tiempo de procesamiento de maletas: 3 segundos identificación, 5 segundos inspección y 3 segundos clasificación
 - Número de vuelos: 4 vuelos

- Mostradores abiertos: 10

Para los experimentos hemos querido comprobar el número de maletas que llegan tarde según un intervalo de tiempo. Para ello, cuando una maleta llega al sistema, fuera del tiempo establecido como válido, se guarda la persona a la que pertenece esa maleta para contar el total de personas que han llegado tarde al vuelo.

Para comprobar cuál es el tiempo límite, hemos ido variando el intervalo de tiempo de inicio de facturación así como el intervalo de tiempo en el que llegan los pasajeros a facturar en cada uno de las distintas pruebas.

10. Estudio de datos y experimentos

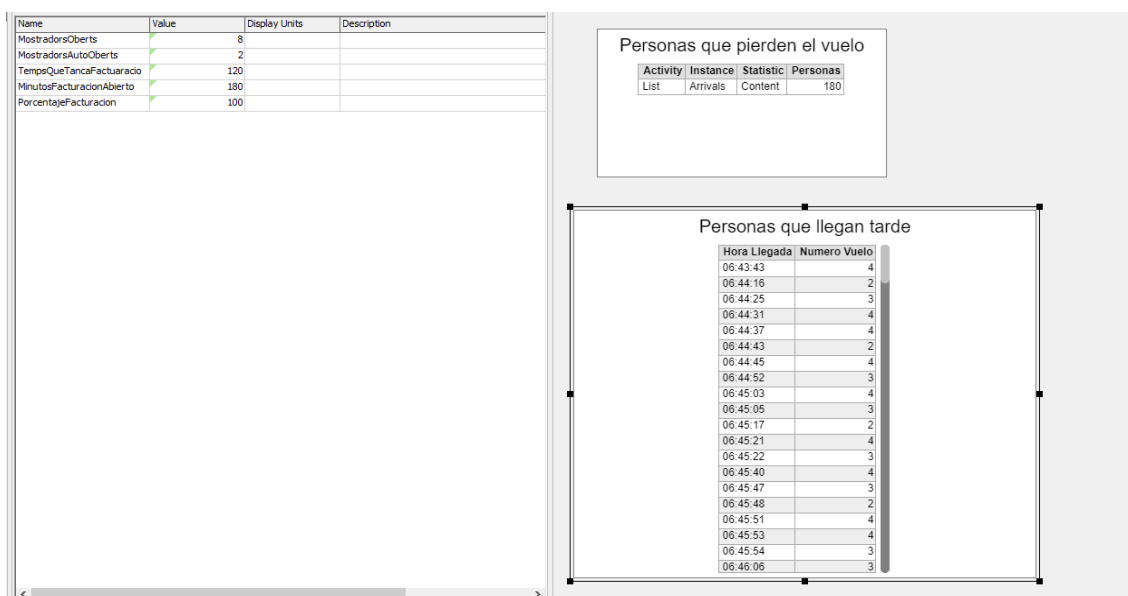
Hemos hecho un total de 3 experimentos en los que hemos cambiado los puntos clave que más afectan al funcionamiento del sistema. Estos son tanto el porcentaje de personas que facturan como el tiempo que tienen estas para facturar.

- **Experimento 1:**

En este primer experimento hemos trabajado con los siguientes datos:

- Facturación cierra: 120 min antes de que el vuelo salga
- Facturación abierta: 180 min antes de que cierre
- Porcentaje de facturación: 100%
- Mostradores facturación abiertos: 8
- Mostradores autofacturación abiertos: 2
-

Como podemos ver en la siguiente imagen, al hacer que el 100% de la gente facture y con 3 horas para poder hacer la facturación, hay muchas personas cuyas maletas llegan tarde, aún llegando por ejemplo a las 6:43 am, a pesar de que el avión realmente sale a las 10 am ya que se colapsan los mostradores.

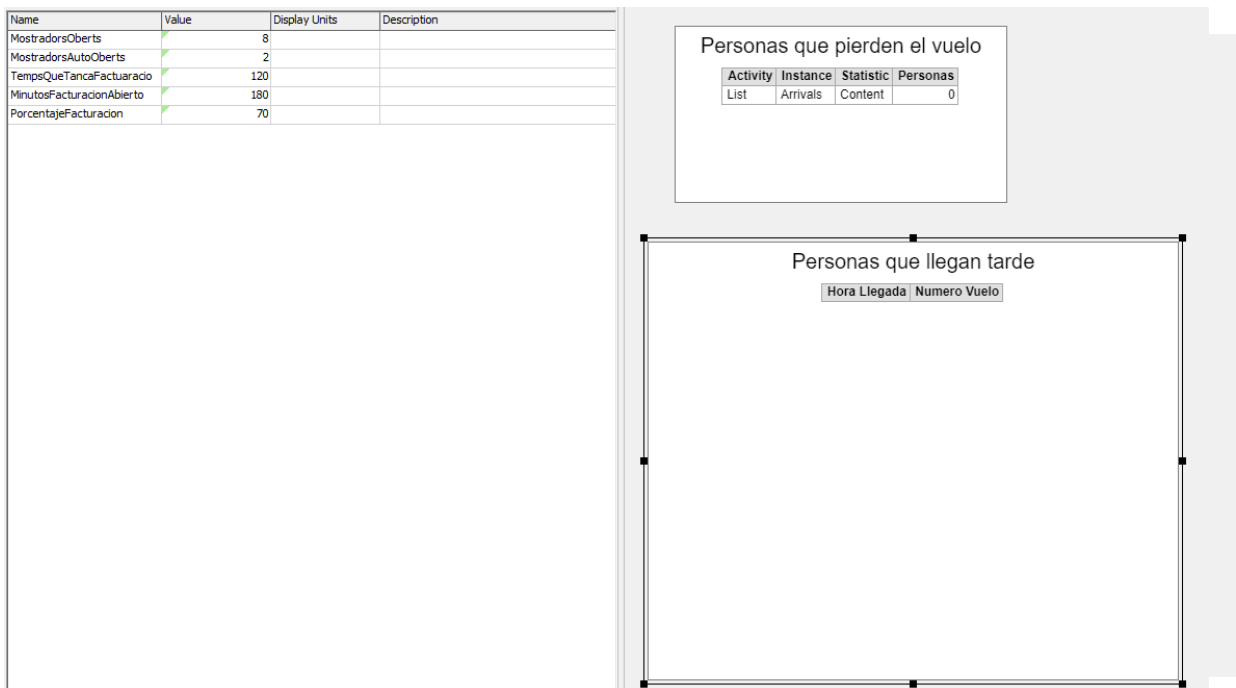


- **Experimento 2:**

En este segundo experimento hemos bajado el porcentaje de facturación a un 70% y manteniendo los demás parámetros, como podemos apreciar a continuación:

- Facturación cierra: 120 min antes de que el vuelo salga
- Facturación abierta: 180 min antes de que cierre
- Porcentaje de facturación: 70%
- Mostradores facturación abiertos: 8
- Mostradores autofacturación abiertos: 2

El resultado ha sido que ninguno de los pasajeros ha perdido su vuelo, gracias a la menor cantidad de personas en la cola de facturación y por ende, el menor colapso en la cinta de transporte.



- **Experimento 3:**

En el tercer y último experimento hemos ampliado el tiempo que tienen los pasajeros para facturar, volviendo a subir al 100% las personas que deciden pasar por facturación, para ver si conseguimos mitigar por completo los retrasos:

- Facturación cierra: 120 min antes de que el vuelo salga
- Facturación abierta: 210 min antes de que cierre
- Porcentaje de facturación: 100%
- Mostradores facturación abiertos: 8
- Mostradores autofacturación abiertos: 2

Como podemos observar en la siguiente imagen ninguna de las personas llega tarde como consecuencia de tener mucho más tiempo para facturar desde el momento en el que se abre el acceso a facturación del vuelo.

Name	Value	Display Units	Description
MostradoresOberts	8		
MostradoresAutoOberts	2		
TempsQueTancaFactuacio	120		
MinutosFacturacionAbierto	210		
PorcentajeFacturacion	100		

Personas que pierden el vuelo

Activity	Instance	Statistic	Personas
List	Arrivals	Content	0

Personas que llegan tarde

Hora Llegada	Numero Vuelo
--------------	--------------

System Console

11. Conclusiones

Después de realizar el estudio de simulación de nuestro sistema SATE y observar los datos reportados tras probar y “jugar” con el modelo, hay algunas conclusiones que podemos sacar respecto al comportamiento en diferentes escenarios. A pesar de que el tiempo límite para facturar es de 120 minutos, la estructura de la cinta transportadora de las maletas tiene un impacto significativo y decisivo en el tiempo de llegada de la maleta al avión. Si una maleta es facturada al límite y hay retrasos en la cola de transporte, es probable que ésta y otras no lleguen a tiempo, caso que se da cuando hay mucha gente y por ende muchas maletas en facturación.

Siendo conscientes de estos casos, pensamos que una buena estrategia para mitigar y minimizar los efectos de los retrasos en la cinta transportadora es la de dividir el circuito en diferentes tramos con colas de identificación, inspección y clasificación independientes, junto a un recorrido final que una todas las maletas en una misma cola antes de ser transportadas al avión.