

Sistema de Tickets IT

Simulación de Sistemas



Alumnos

Chiara Di Giannantonio
Verónica Uhrich
Cesar Rosales
Florencia Skiba



Temario

Introducción

**Sistema y
Modelado**

Resultados

Conclusiones

Problema a resolver

La empresa Grafito cuenta con un sistema de ayuda a sus usuarios en cuanto a TI con el fin de solucionar problemas relacionados con el software, hardware y otros. La mayoría de los grupos cuentan con recursos en varios países por lo cual su procesamiento es continuo. Los tickets son creados por los usuarios en el sistema de gestión SNOW



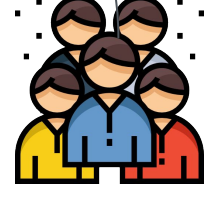
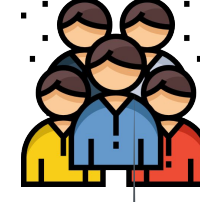
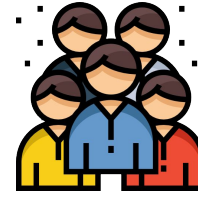
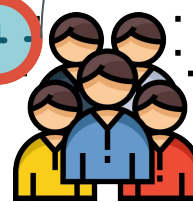
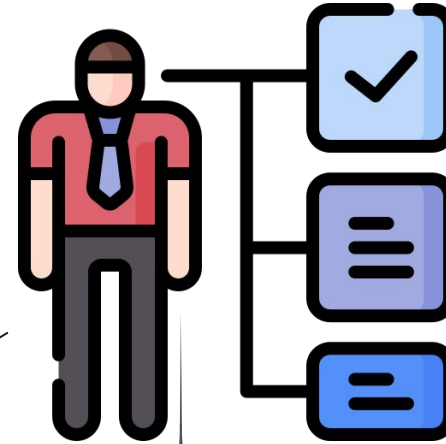


Correlación con la
teoría

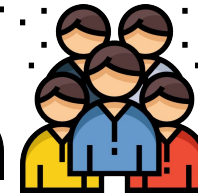
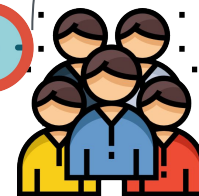
Sistema

0 hs

24 hs



Apps Non-ERP
Apps ERP



Ciber Seguridad

Infra



Sistema
Tickets
IT

Sistemas & Modelos

Sistema como conjunto de partes lógicamente ordenadas e interrelacionadas, que atraviesan diferentes actividades y que además interactúan para cumplir un objetivo.

Modelo como una representación abstracta y consistente de un sistema que servirá para realizar un análisis de las variables del mismo y dará soporte antes posible cambios.

Dinámico

Combinada:
Discreto-Continuo

Estocásticos

Simulación En donde vamos a diseñar un **Modelo** de un **sistema** real en diferentes lenguajes/aplicaciones.

Sistema
Tickets
IT



Teoría de Colas

Con **teoría de colas** podemos analizar y diseñar la estructura óptima de recursos humanos y tecnológicos que responda a las necesidades requeridas y relevadas durante un proceso como la atención de tickets en el área de TI.

En nuestro caso seguimos un proceso **FIFO** y asumimos que el mismo está en una condición estable.

Llamamos puesto de servicio a cada uno de los diferentes puntos en los que surge una cola. En nuestro modelado inicial serán 5 puestos o colas. **Nuestro modelo es Multifase (no estudiado en la primer parte de la materia)**

En nuestro modelo se puede identificar identifican los siguientes elementos:

- **Tickets:** Entidad que espera o demanda ser atendido
- **Puestos de servicio:** Recursos disponibles en el proceso
- **Tasa de arribo:** Es el número de tickets que llegan a los puestos de servicio por unidad de tiempo que en nuestro caso son segundo
- **Tasa de servicio:** Sería el tiempo de atención, es el tiempo promedio en que un ticket permanece en el puesto de servicio.

Sistema
Tickets
IT

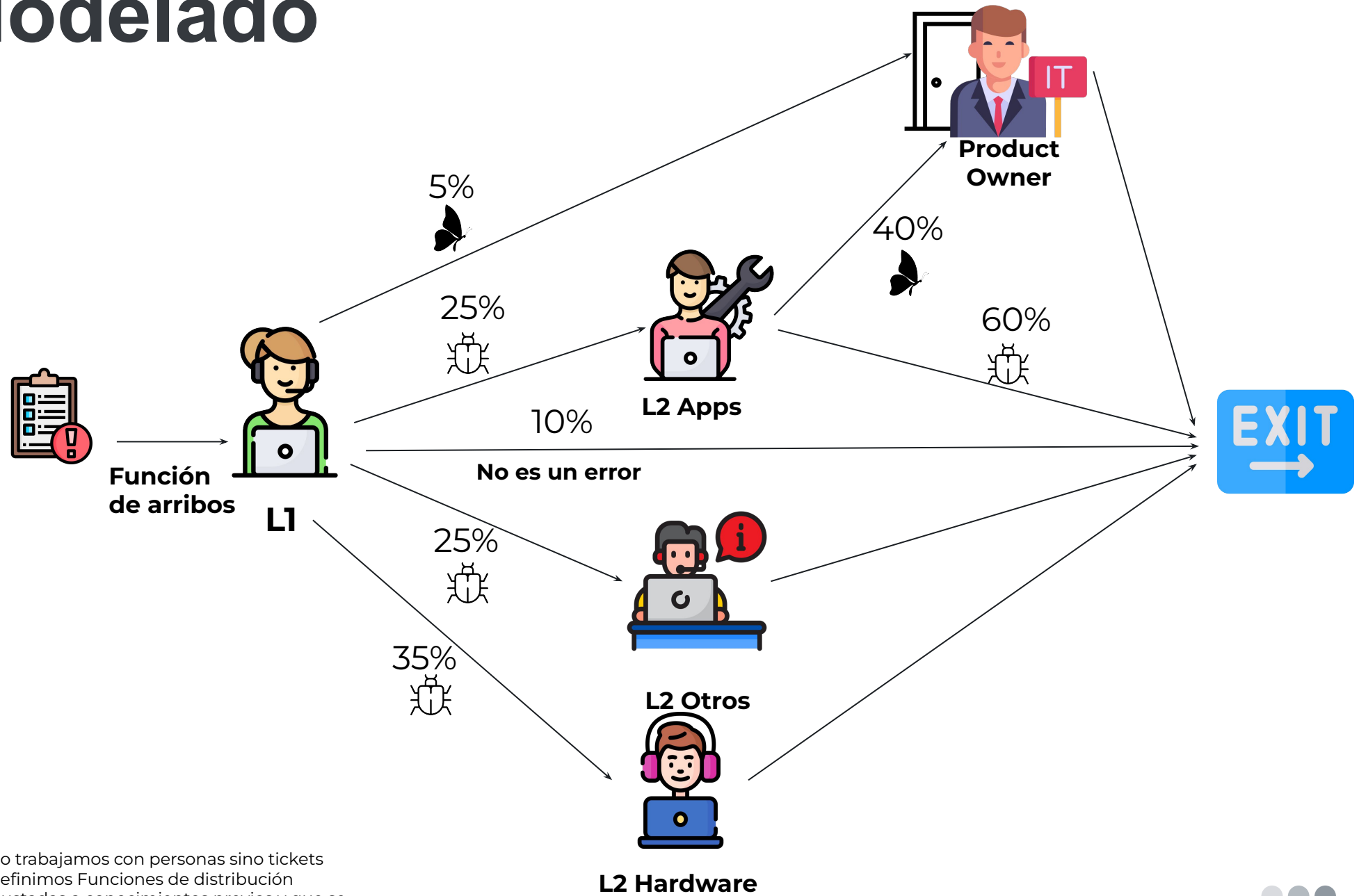
Notación Kendall para L1 : (G/M/15) Servicio brindado por 15 servidores





Nuestro Modelo

Modelado



- No trabajamos con personas sino tickets
- Definimos Funciones de distribución ajustadas a conocimientos previos y que se pueden utilizar en nuestros modelos.

Elementos Modelado

Función de arribos

- Versión 1: f. discreta

Horario (Arg)	Tiempo entre creación de tickets (en seg)	Probabilidad (en %)
0 a 8	500 +/- 150 seg	5%
8 a 11	270 +/- 100 seg	25%
11 a 15	245 +/- 90 seg	30%
15 a 18	320 +/- 100 seg	15%
18 a 21	410 +/- 190 seg	10%
21 a 24	445 +/- 180 seg	15%

- Versión 2: $\text{Exp}(3)^*$

*Solo Promodel y simpy

Recursos - Entidades

Nivel	Capacidad
L1	15
L2 Apps	10
L2 Hard	9
L2 Otros	8
Product Owner	4

Procesamiento (f. continuas)

Nivel	Tiempos de procesamiento
L1	$\text{Exp}(7000)$
L2 Apps	$U(10000, 25000)$
L2 Hard	$U(10000, 25000)$
L2 Otros	$U(10000, 15000)$
Product Owner	$U(6000, 2000)$

Sistema
Tickets
IT



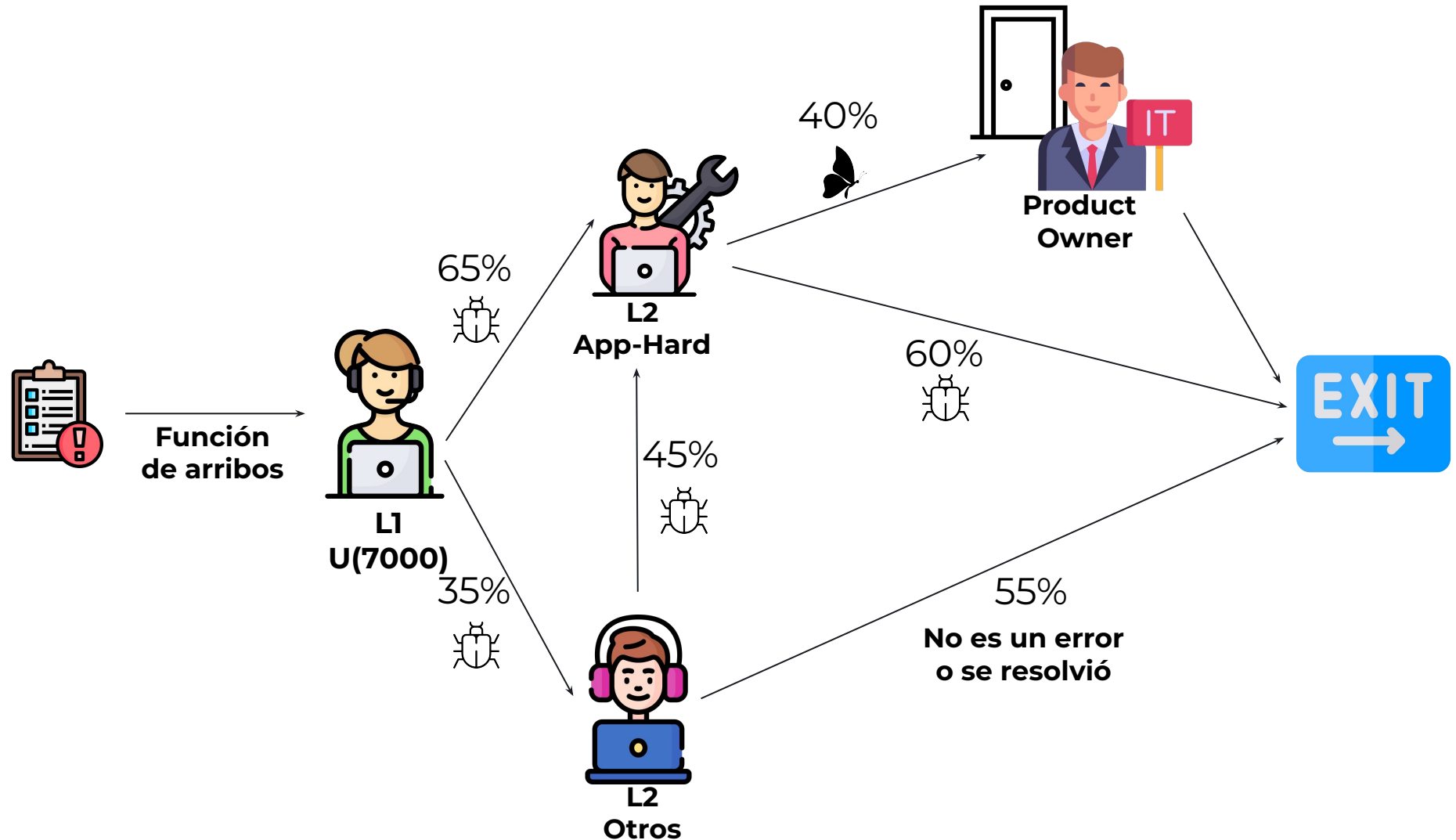
Modelado en cada lenguaje

<https://github.com/chiaradigii/HelpDeskSimulation>



GPSS

GPSS - Modelado



Sistema
Tickets
IT

GPSS - Elementos Modelado

Función de arribos (f. discreta)

Horario (Arg)	Tiempo entre creación de tickets (en seg)	Probabilidad (en %)
0 a 8	500 +/- 150 seg	5%
8 a 11	270 +/- 100 seg	25%
11 a 15	245 +/- 90 seg	30%
15 a 18	320 +/- 100 seg	15%
18 a 21	410 +/- 190 seg	10%
21 a 24	445 +/- 180 seg	15%

Recursos- Entidades

Nivel	Capacidad
L1	15
L2 Apps-Hard	19
L2 Otros	8
Product Owner	4

Procesamiento (f. continuas)

Nivel	Tiempos de procesamiento
L1	Exp(7000)
L2 Apps-Hard	U(10000,25000)
L2 Otros	U(10000, 15000)
Product Owner	U(6000,2000)

Sistema
Tickets
IT

GPSS - Reporte de la simulación

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
LEVELONE	10	10	81	52	0.862	376.682	1052.112	0
APPS_HARD	10	9	42	20	2.016	1698.549	3242.685	0
OTROS	1	0	16	14	0.019	42.665	341.319	0
PRODUCTOWNER	3	3	7	4	0.143	723.403	1687.941	0

- Vemos que la Queue de L1 y de ProductOwner están llenas, la de L2-Apps-Hardware está casi llena y la de L2-Otros quedo vacía.
- Los tickets están mucho más tiempo en L2-Apps-Hard que en las demás Queues.

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
LEVELONE	15	0	0	15	71	1	12.644	0.843	0	10
APPS_HARD	19	0	0	19	34	1	11.268	0.593	0	8
OTROS	8	1	0	8	16	1	4.613	0.577	0	0
PRODUCTOWNER	4	0	0	4	4	1	0.824	0.206	0	3

- Las queues L1 y ProductOwner están llenas, la de L2-Apps-Hardware está casi llena y la de L2-Otros quedó vacía.
- A L1 entraron 81 tickets de los cuales 52 no fueron clasificados instantáneamente.
- Los tickets están mucho más tiempo en L2-Apps-Hard que en las demás Queues.
- Tenemos casi todos los storages llenos al finalizar la simulación y todos al menos una vez estuvieron llenos.
- Todos nuestros storages tenían al menos un lugar libre al finalizar la simulación.
- L1 tiene está muy ocupado siempre y tiene muchas transacciones en espera.

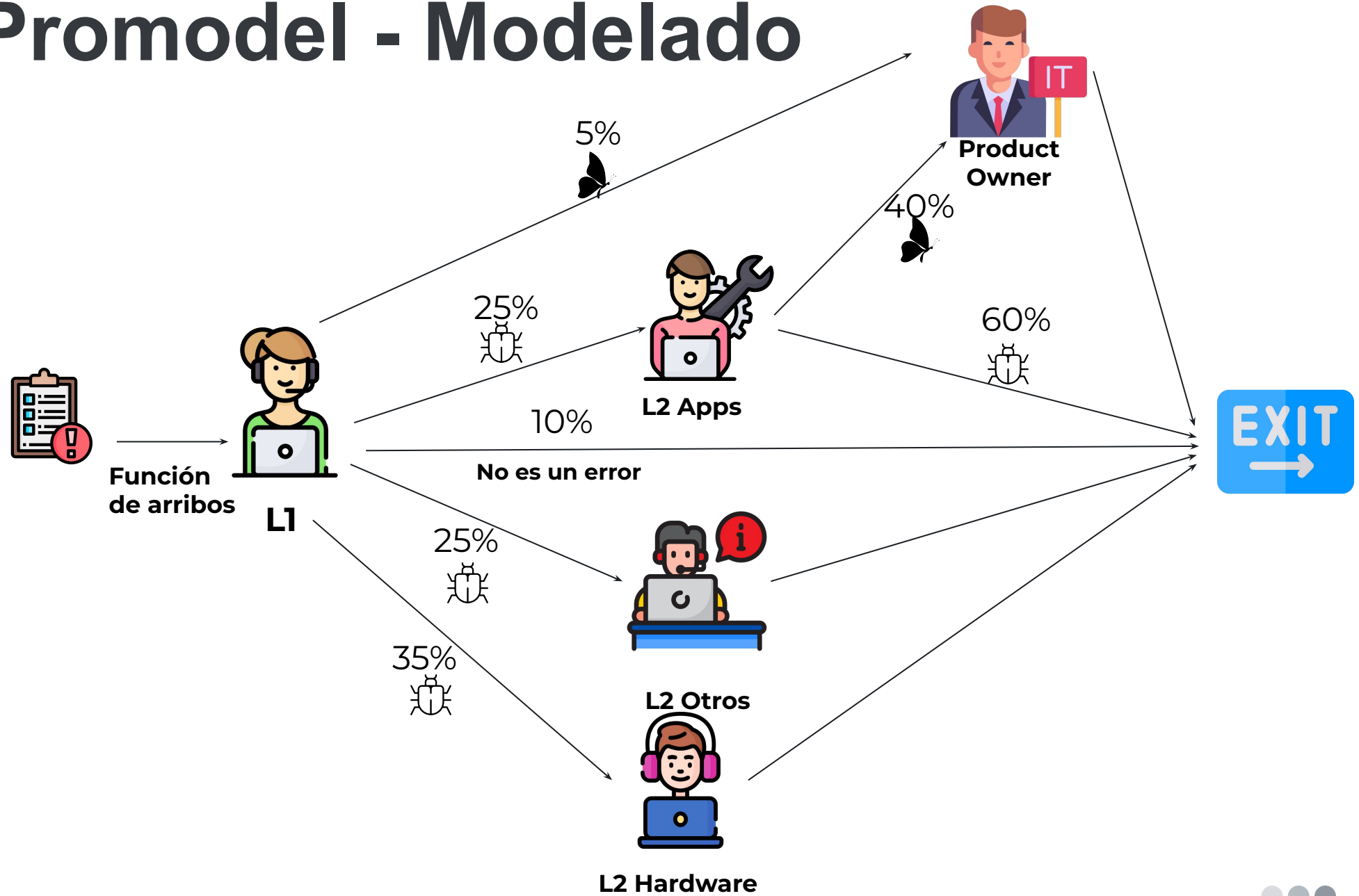
**¿Tenemos un
cuello de
botella en
el nivel
L1?**

Sistema
Tickets
IT



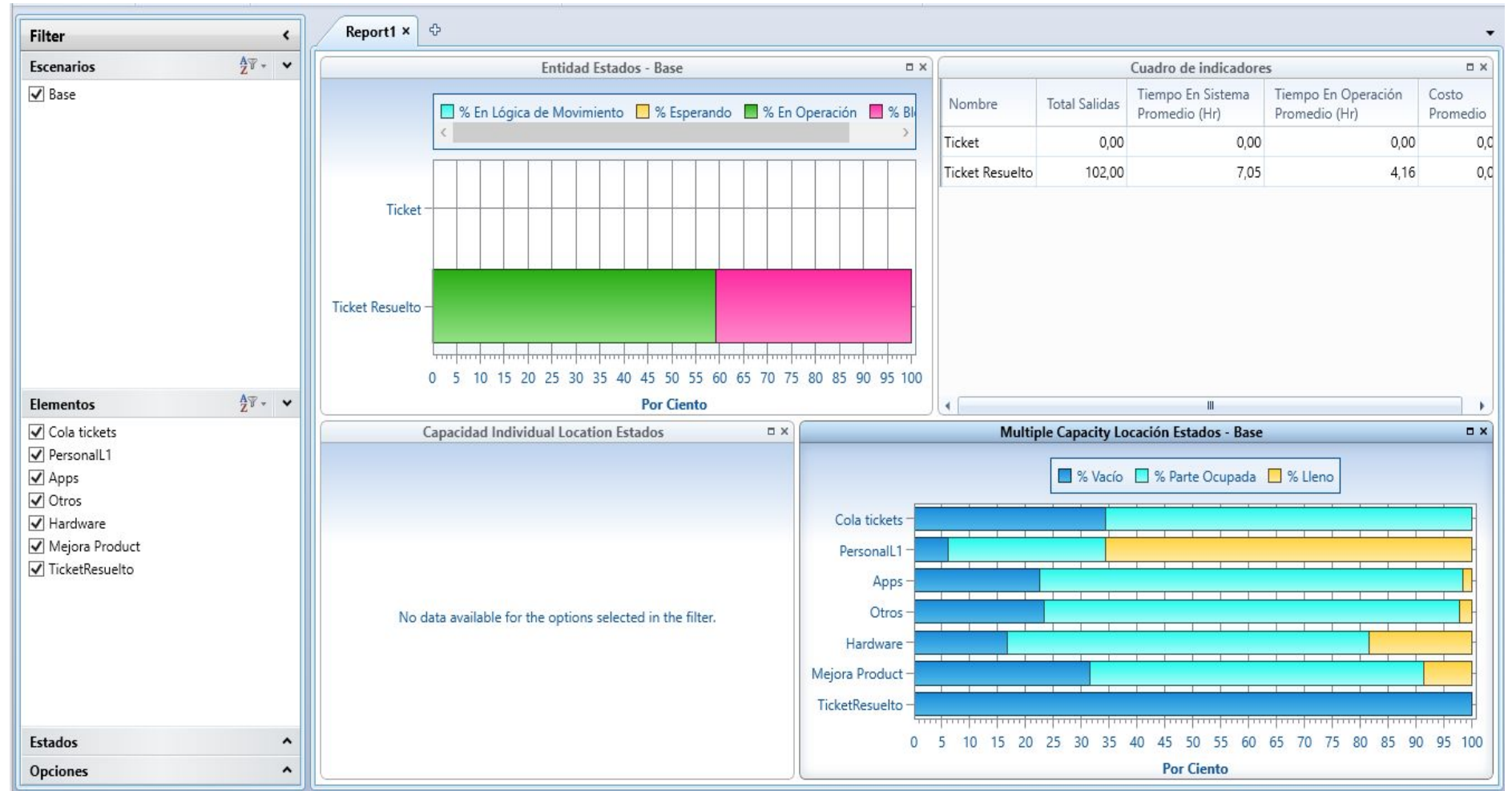
PROMODEL

Promodel - Modelado



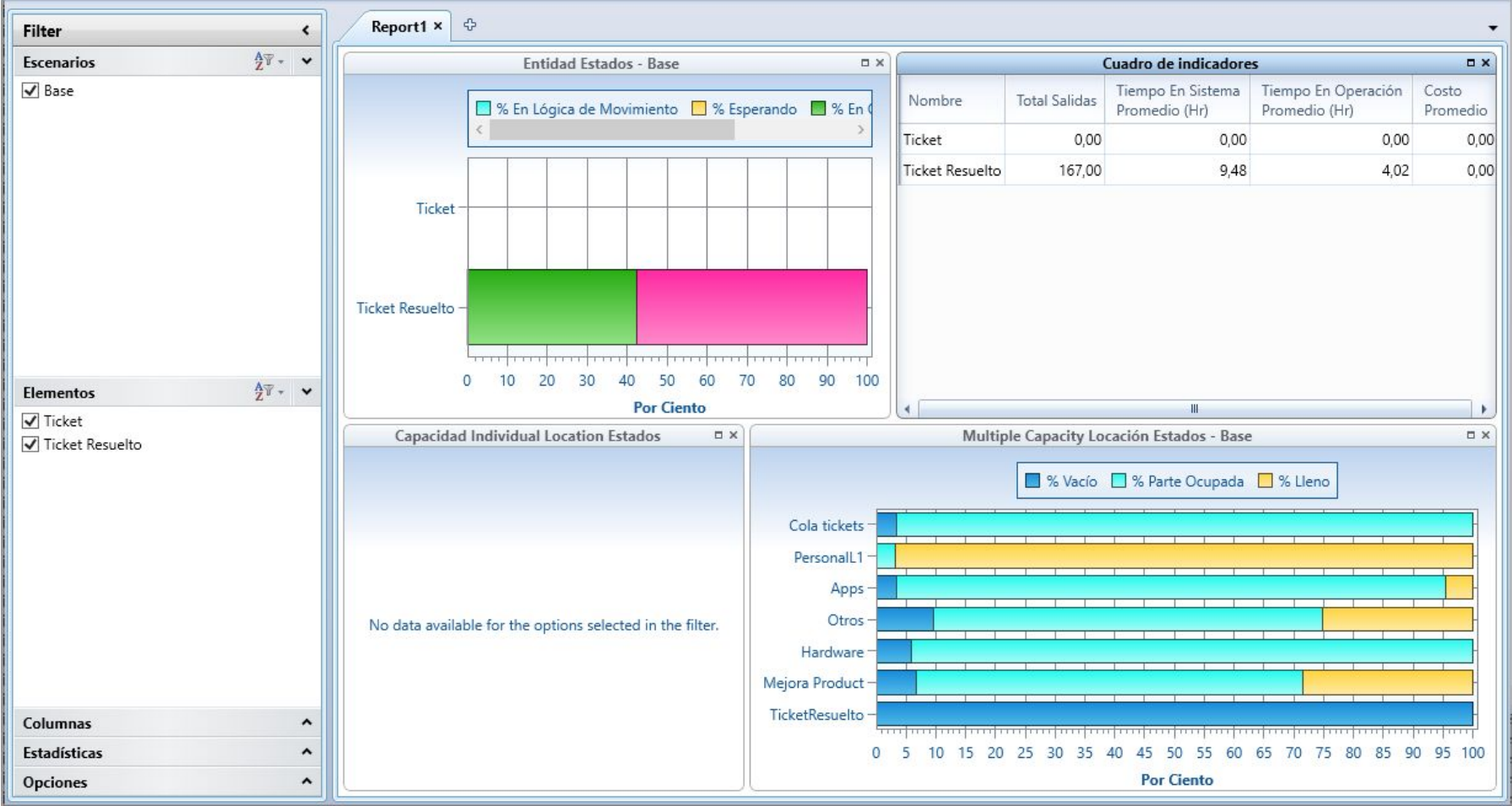
Sistema
Tickets
IT

Promodel - Resultados



Sistema
Tickets
IT

Promodel - Resultados



Sistema
Tickets
IT



Simpy

Números pseudo aleatorios

Un número pseudoaleatorio es un número generado en un **proceso** que **parece** producir números al azar, pero no lo hace realmente. **Bajo las mismas condiciones iniciales (semilla) se obtiene el mismo resultado** (porque se generan con un proceso determinista)

GPSS

Utiliza un **generador congruencial multiplicativo**

La semilla inicial es igual al número de entidad RN (i.e. si elegimos RN2, la semilla inicial va a ser 2)

TIPO VARIABLE 5 + RN2@4

Promodel

ProModel utiliza un generador **congruente multiplicativo** para generar los pseudo aleatorios a usarse en las distribuciones.

Si no especificamos la semilla, promodel le asignará el número de flujo (por ejemplo, el flujo 3 utiliza la semilla 3).

Python-Simpy

Existen dos grupos de generadores (1) Módulo Random (2) Módulo Scipy.stats. Ambos se basan en el **algoritmo Mersenne Twister**, un generador basado en el número primo de Mersenne 219937-1, que **produce flotantes de 53 bits de precisión a lo largo de un periodo de 219937 -1.**

Por defecto, la semilla es la hora actual del sistema. Pero si necesitamos reproducir la secuencia podemos fijar la semilla → ***random.seed(semilla)***

Sistema
Tickets
IT



Simpy - Modelado

Framework para la simulación de **eventos discretos, orientado a objetos y basado en la interacción de procesos**

Características de los Sistemas de colas

- Comportamiento
- Disciplina
- Longitud de la cola.

Notación Kendall

Clasificación de las colas en el formato: (a,b,c) (d,e,f)

Si aplicamos la notación al los sistema de colas en nuestro modelo:

- Recurso "Level One" → G / M / 15 / FIFO
- Recurso "Apps" → G / G / 10 / FIFO
- Recurso "Hardware" → G / G / 9 / FIFO
- Recurso "Otros" → G / G / 8 / FIFO
- Recurso "Product Owner" → G / G / 4 / FIFO

Sistema
Tickets
IT



Simpy

Se simuló

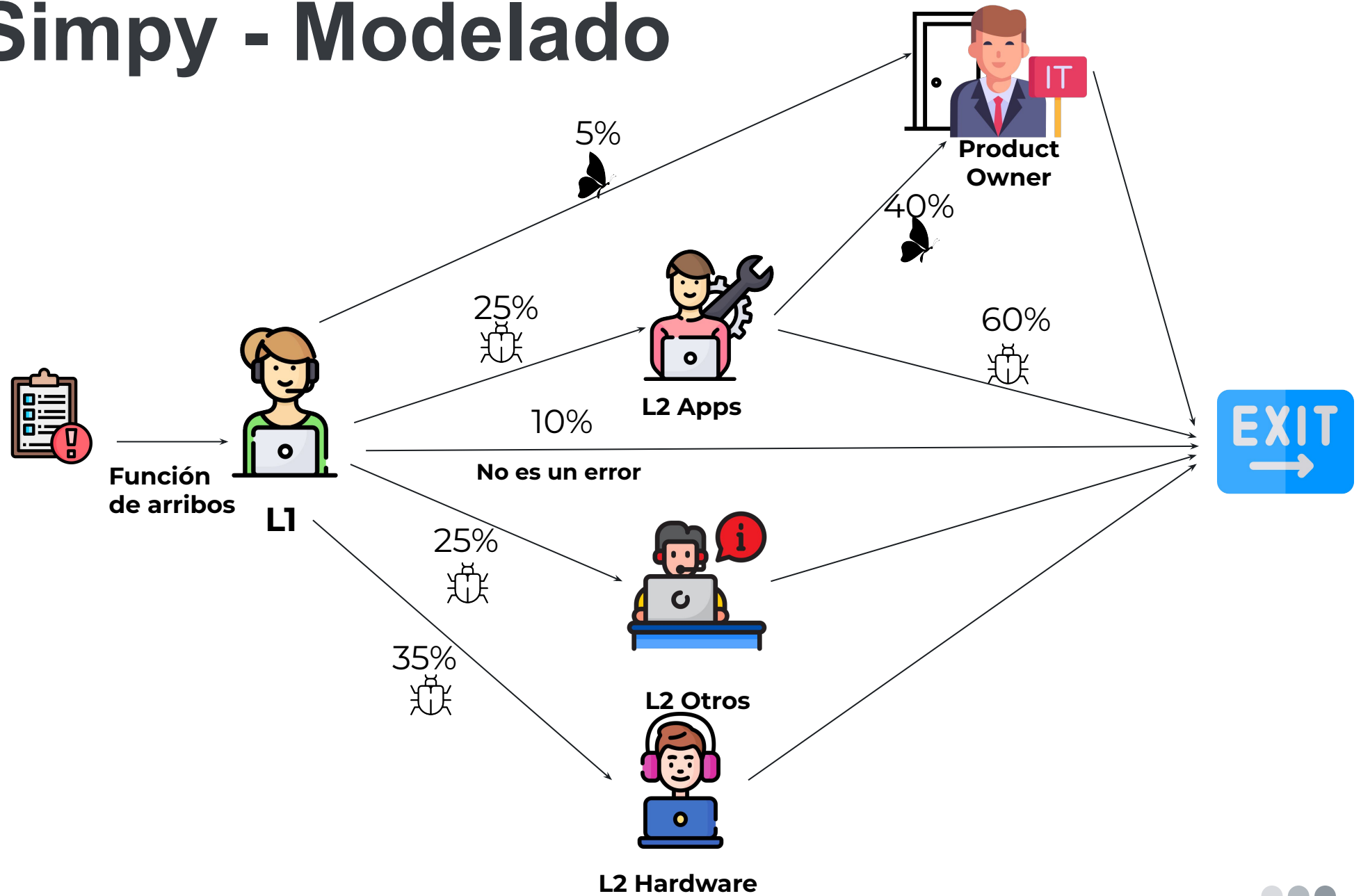
- **Función de arribos discretos** con diferentes distribuciones normales según el horario del día
- **Función de arribo de distribución exponencial con λ de $\frac{1}{3}$** → Un ticket llegará de media 1 cada 3 minutos
- **Cambios en la cantidad de recursos** → notamos que la cantidad de tickets resueltos aumenta considerablemente al mejorar el rendimiento (distribución) de los tiempos del nivel 1

Medidas de Rendimiento del Sistema de Colas

- 1) **Retraso medio** → tiempo que un "cliente medio" debe esperar antes de ser atendido
- 2) **Tickets resueltos** → cantidad de tickets que terminaron todo el proceso antes de terminar el día
- 3) **Tickets que arribaron pero no fueron finalizados** → cantidad de tickets que empezaron a ser atendidos pero no pudieron ser resueltos al finalizar el día
- 4) **Tiempos de espera por cada nivel y el porcentaje según el tiempo de espera total**

Sistema
Tickets
IT

Simpy - Modelado



Sistema
Tickets
IT



Mejoramos el rendimiento de la clasificación de tickets realizada en el nivel 1

```
Tickets resueltos: 145
Tickets arribados pero sin resolver: 103

RETRASO MEDIO
El tiempo promedio es 42692 minutos y 21 segundos.

TIEMPOS DE ESPERA POR NIVEL:
Nivel 1: 14820.0s --> 0.24%
Nivel Apps: 1901769.5709989446s --> 30.69%
Nivel Hardware: 1895197.3779159186s --> 30.58%
Nivel Otros: 2207759.7554797675s --> 35.63%
Nivel Product owner: 176964.02618377758s --> 2.86%
```

```
Tickets resueltos: 117
Tickets arribados pero sin resolver: 114

RETRASO MEDIO
El tiempo promedio es 47222 minutos y 52 segundos.

TIEMPOS DE ESPERA POR NIVEL:
Nivel 1: 1804795.7680456424s --> 29.14%
Nivel Apps: 1061879.1979741463s --> 17.14%
Nivel Hardware: 1560345.374107268s --> 25.19%
Nivel Otros: 1621311.576355076s --> 26.18%
Nivel Product owner: 145677.36132817992s --> 2.35%
```

Empleados Nivel 1: 15
Empleados Nivel Apps : 10
Empleados Nivel Hardware: 8
Empleados Nivel Product Owner: 4
Nivel 1 con distribución exp(7000)

Empleados Nivel 1: 15
Empleados Nivel Apps : 10
Empleados Nivel Hardware: 8
Empleados Nivel Product Owner: 4
Nivel 1 con distribución exp(1/30)

Al sumar 10 empleados por nivel (manteniendo la mejora anterior) notamos resultados positivos en la cantidad de tickets resueltos

```
Tickets resueltos: 204
Tickets arribados pero sin resolver: 37

RETRASO MEDIO
El tiempo promedio es 47199 minutos y 36 segundos.

TIEMPOS DE ESPERA POR NIVEL:
Nivel 1: 14460.0s --> 0.15%
Nivel Apps: 2842695.0599417994s --> 29.52%
Nivel Hardware: 3522684.8181919106s --> 36.58%
Nivel Otros: 2849450.5325490716s --> 29.59%
Nivel Product owner: 401646.92762126954s --> 4.17%
```

Empleados Nivel 1: 25
Empleado Nivel Apps: 20
Empleados Nivel Hardware: 18
Empleados Nivel Product Owner: 14
Nivel 1 con distribución exp(1/30)

Sistema
Tickets
IT



Desafíos y Aprendizajes



Desafíos y aprendizaje

- La libertad que ofrece Simpy para modelar está directamente relacionada con las dificultades encontradas durante la codificación del caso.
- Tanto en GPSS como Promodel dado las instrucciones disponibles, se debió ajustar el modelo haciendo más difícil una análisis entre los 3 programas.
- En GPSS no se trabajó con una exponencial y se reemplazó con un Advance entendiendo que no es lo mismo.
- Durante el desarrollo en GPSS se optó por declarar la puerta abierta y luego cerrarla antes de la primera transacción ya que al declararla cerrada el lenguaje generaba un error que no se pudo corregir.



Análisis



Análisis y conclusiones

- Se utilizó Simpy para el análisis de escenarios.
- Se simularon diferentes escenarios en sympy al trabajar con más recursos técnicos y se observó un incremento de la cantidad de tickets resueltos.
- Se encontró un cuello de botella en el nivel L1 (clasificación de los tickets). Se pudo observar que el incremento de personal no mejoro la situacion asi como la reducción de su tiempo de procesamiento por lo cual se recomienda capacitar a los recursos de ese nivel para reducir el tiempo de clasificación o procesamiento y/o incorporar un sistema de IA que realice la clasificación de los tickets de forma instantánea.
- Para el sector de Product Owner no se pudo evidenciar una posible mejora al analizar una simulación de 24 horas. Se recomienda un análisis más detallado con un mínimo de 30 días de simulación que equivale a 2 sprints.

Sistema
Tickets
IT

A person wearing a white long-sleeved shirt is seated at a white desk. They are holding a white piece of paper in their left hand. On the desk, there is a black calculator and a silver laptop. The word "Gracias" is written in large, bold, black letters across the center of the image.

Gracias



Anexos



Teoria de Colas

Dado que la teoría vista fue el modelo MM1 escalar nuestro modelo no será posible ya que este asume un solo servicio con una función de distribución de tipo Poisson.

Se debería hacer un análisis en cada nivel de servicio y cambiar las funciones de arribos y de proceso de los servicios.

Asumiendo que los ticket llegan cada 30 seg. o sea $\lambda=0.033$ y L1 tiene una tasa media de serv. de 25, $\mu=1/t \rightarrow 1/25$ (0.04)

Promedio de tickets en cola L1

$$Lq = ((0,033)*(0,033)) / (0,04)*(0,04-0,033) = \mathbf{3.88 \text{ segundos}}$$

Segundos le llevará pasar por el la primer cola L1

$$W = 1 / (0,04-0,033) = \mathbf{142 \text{ segundos}}$$

¿Cuál es la probabilidad de que el cobrador pueda descansar?

$$P_0 = 1 - (0,825) = \mathbf{0.175 \rightarrow 17\%}$$

Tiempo promedio de permanencia de un cliente en la Cola

$$Wq = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \mathbf{117 \text{ segundos}}$$

GPSS - Reporte de colas

	QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
TOT_PROCESS	11	10	60	0	6.439	556.700	556.700	0	
PROCESS_TIME	1	1	51	0	0.660	67.112	67.112	0	

QUEUE: Es el nombre o número de la entidad Queue.

MAX: Es el contenido máximo de la entidad Queue durante la simulación.

CONT: Es el contenido actual de la entidad Queue al final de la simulación.

ENTRY: El total de entradas de cola durante la simulación.

ENTRY(-0): Es el total de entradas de cola con un tiempo de residencia de 0.

AVE.CONT.: Es el promedio ponderado en el tiempo del contenido de la entidad de cola durante la simulación. El producto del espacio-tiempo dividido por la duración de la simulación.

AVE.TIME: Es el tiempo promedio por unidad de contenido de cola utilizado durante la simulación. Es el producto entre espacio y tiempo dividido el total de entradas.

AVE.(-0): Es el tiempo promedio por unidad en la cola utilizado durante la simulación, ajustado con las entradas con un tiempo de residencia de 0. Es el producto entre espacio y tiempo dividido por la resta entre el total de entradas menos el total de entradas cuya residencia en la cola fue cero.

RETRY: Es el número de transacciones en espera de una condición específica según el estado de la cola.

GPSS - Reporte de Storages

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
POOL	400	400	0	150	5000	1	23.628	0.059	0	0

STORAGE: Es el Nombre o número de la entidad de Almacenamiento.

CAP.: Es la capacidad del storage.

REM.: Es el número de unidades de almacenamiento no utilizadas al final de la simulación.

MIN.: Es el número mínimo de unidades de almacenamiento en uso durante la simulación.

MAX.: Es el número máximo de unidades de almacenamiento en uso durante la simulación.

ENTRY.: Es el número de entradas en el storage durante la simulación. La acumulación total del operando B de las sentencias ENTER.

AVL.: Es el estado de disponibilidad del storage al finalizar la simulación. 1 significa disponible, 0 significa no disponible.

AVE.C.: Es el número medio de servidores ocupados.

UTIL.: Es el porcentaje de utilización de 1 servidor.

RETRY.: El número de Transacciones en espera de una condición específica según el estado del storage.

DELAY.: Es el número de transacciones que esperan para ingresar bloques ENTER pertenecientes a este storage.

GPSS - Reporte de LogicSwitchs

```
LOGICSWITCH VALUE RETRY
SWITCH_1      1      0
```

LOGICSWITCH: Es el nombre o número de la entidad Logicswitch.

VALUE: Es el valor de la entidad Logicswitch al final de la simulación. 1 denota "establecer" o "verdadero", 0 denota "restablecer" o "falso".

RETRY: Es el número de transacciones que esperan una condición específica según el estado del Logicswitch.

GPSS - Reporte de SaveValues

```
SAVEVALUE RETRY VALUE
ADDUP      0  60.000
COLLECT    0 -50.000
```

SAVEVALUE: Nombre o número del Savevalue.

RETRY: El número de transacciones que esperan una condición específica según el estado del Savevalue.

VALOR: El valor de la entidad Savevalue al final de la simulación.

Notación Kendall

Clasificación de las colas en el formato: (a,b,c) (d,e,f)

Si aplicamos la notación al los sistema de colas en nuestro modelo:

- Recurso "Level One" → $G / M / 15 / \text{FIFO}$
- Recurso "Apps" → $G / G / 10 / \text{FIFO}$
- Recurso "Hardware" → $G / G / 9 / \text{FIFO}$
- Recurso "Otros" → $G / G / 8 / \text{FIFO}$
- Recurso "Product Owner" → $G / G / 4 / \text{FIFO}$

a : Distribución del tiempo entre llegada de transacciones

b: Distribución del tiempo de servicio

c: Número de servidores

d: Orden de atención de los clientes (FIFO, LIFO, SIRO, PR, GD)

e: Número máximo de clientes que soporta el sistema en el mismo instante de tiempo

f: Número de clientes potenciales del sistema de colas

Para a y b los símbolos utilizados son:

M: Distribución exponencial (Poisson)

D : Determinística (constante)

E_k : Distribución Erlang, K parámetros

G :Distribución probabilística no exponencial

Gi: Distribución general independiente

H: Distribución hipereexponencial

Sistema
Tickets
IT