

**UNIVERSIDAD FIDELITAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**SIMULACIÓN INDUSTRIAL**

**PROYECTO FINAL**

**“KILOTELAS”**

**AUTORES: Melissa Campos  
Jorge Estrada**

**PROFESOR: Ing. Carlos Sáenz A.**

**SAN JOSE DE COSTA RICA, 16 DE AGOSTO DEL 2000**

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>11</b>	<b>INTRODUCCION</b>	<b>2</b>
2.1	Enunciado del estudio	2
2.2	Problema Central	3
2.3	Objetivos	3
2.3.1	Objetivo General	3
2.3.2	Objetivo Específico	3
2.4	Alcances y Limitaciones	3
2.5	Justificación del uso de la simulación	4
<b>111</b>	<b>DIAGNOSTICO</b>	<b>5</b>
3.1	Descripción de Proceso	5
3.2	Diagrama Lógico del Proceso	5
3.3	Definición de las medidas de desempeño	7
3.4	Información de entrada del modelo	7
3.5	Modelo de Simulación en Arena	8
3.6	Análisis de los Resultados	8
3.6.1	Tabla resumen de los resultados	8
3.6.2	Verificación de los resultados	9
3.6.3	Análisis de los resultados	11
3.7	Conclusiones del Diagnostico	11

<b>IV DISEÑO</b>	<b>13</b>
<b>4.1 Justificación del Escenario a Evaluar</b>	<b>13</b>
<b>4.2 Modelo del Escenario Propuesto</b>	<b>13</b>
<b>4.3 Análisis de los Resultados</b>	<b>14</b>
<b>4.3.1 Tabla resumen de los resultados</b>	<b>14</b>
<b>4.3.2 Verificación de los resultados</b>	<b>14</b>
<b>4.3.3 Análisis de Modelo Propuesto</b>	<b>16</b>
<b>4.3.3.1 Análisis de los Resultados</b>	<b>16</b>
<b>4.3.3.2 Análisis Financiero</b>	<b>16</b>
<b>4.4 Conclusiones del Diseño</b>	<b>17</b>
<b>V RECOMENDACIONES</b>	<b>18</b>
<b>VI ANEXOS</b>	<b>19</b>
<b>Anexo I. Información Estadística sobre los Datos de Entrada</b>	<b>20</b>
<b>Anexo II. Programación Lógica del Modelo</b>	<b>24</b>

## **I RESUMEN**

---

El almacén KiloTelas incursionó en el mercado costarricense desde hace dos años vendiendo telas traídas desde los Estados Unidos.

El dueño del almacén observó problemas en la atención al cliente en los diferentes puestos de servicio, este problema ocasiona colas dentro del proceso del sistema. El dueño de KiloTelas está consciente de que esto perjudica el servicio ya que a ningún cliente le gusta esperar. Un factor importante que está influyendo en el problema del almacén ya que no se puede recurrir ha este como alternativa de solución, es la variabilidad de la responsabilidad laboral a cargo del personal en el área de empaque en donde su porcentaje de utilización dentro del almacén es de 1.1 % durante las horas pico en promedio.

Se realizó entonces una investigación informal donde se encontró que el cliente desea que su tiempo de espera en la cola no se exceda de 20 minutos y se tenga un mínimo de 10 minutos, convirtiéndose este en el objetivo principal del proyecto.

Con la aplicación de la simulación en Arena se buscó describir de forma detallada el comportamiento del sistema, para así tomar un diagnóstico de cómo está el almacén y así tomar decisiones ante los diversos problemas y principalmente para la reducción de los tiempos de espera que se les está generando a la clientela.

Para la solución de este problema se propone la contratación de otro servidor en el área donde se encuentra el cuello de botella y lograr así generar mayor eficiencia en el proceso del sistema de compras dentro del almacén. Se consiguió de esta forma reducir el tiempo de espera en un 70% con el objetivo principal de obtener así una mayor satisfacción del cliente a la hora de la compra.

En definitiva se encontró que en el área de pesado de la tela se encuentra el cuello de botella y que al aplicar la solución propuesta se logra obtener los resultados conforme a los objetivos.

Se recomienda que aunque la propuesta obtenga una posible solución del problema no se abstenga de evaluar los puestos y las funciones de cada empleado.

## II INTRODUCCION

---

### 2.1 Enunciado del Estudio

El almacén KiloTelas ubicado en el centro de Heredia donde se vende telas por kilos, el propietario se encuentra muy preocupado ya que esta teniendo serios inconvenientes en las horas en que llegan mas personas al almacén, debido a esto el dueño del almacén supone que Martes y Miércoles de 1:00 p.m a 4:00 p.m son los días y horas pico, donde muchos de los clientes que llegan y ven colas se van para evitarse la molestia de esperar. Para la atención del servicio el personal observa que se están generando los llamados cuellos de botella en algunos servidores.

El horario del almacén es de 8:30 a.m a 5:30 p.m, donde los empleados tienen la hora de almuerzo al medio día.

El proceso del servicio del almacén inicia cuando llegan las personas a este y son atendidos por un servidor, el 20% no encontrando lo que necesitan se retiran del almacén y las personas restantes permanecen para adquirir el producto, el servidor que los atendió inicialmente procede a cortar la tela que les agrada y se dirige a una pesa electrónica donde el producto es pesado, registrando el costo en dos facturas donde una se le entrega al cliente para que cancele y la otra se le adjunta a la tela para llevarla al área de empaque, seguidamente el usuario pasa a la caja cancelando la tela y por ultimo pasa a empaque, entrega su factura para que el servidor de empaque compare la factura con la que trae la tela verificando si coinciden, si es así, se les entrega el producto al cliente y este se retira satisfecho.

Se realizo la toma de tiempos los días y horas pico durante dos semanas, aplicando estos al programa Input Analyzer obteniendo los debidos tiempos con las siguientes distribuciones en minutos por persona:

---

#### TIEMPOS

---

#### DISTRIBUCIONES

---

**Tiempo Entre llegadas**

**Normal (5.21,2.57)**

**Tiempo del Primer Servidor**

**Triangular (2,15.2,20)**

**Tiempo de Caja**

**0.61+Erlang (0.129,7)**

**Tiempo de Empaque**

**0.1+Erlang (0.013,5)**

---

También se realizo de manera informal preguntas a los clientes que arribaban al lugar para determinar el tiempo mínimo y máximo que estarían dispuestos a esperar en cola para obtener un servicio en el cual se sintieran satisfechos y se llevo a la conclusión que el tiempo mínimo es de 10 minutos y el máximo 20 minutos

## **2.2 Problema Central**

El almacén KiloTelas quiere incrementar sus ventas debido a que el mercado es grande y consideran que el problema no es publicitario, sino de carácter de reorganización para la atención de los clientes en los diferentes servicios, estos son los siguientes:

1. Contacto con el cliente (momento en que el cliente llega a la tienda y es recibido por un dependiente).  
Atención al cliente (cuando el cliente es atendido y decide si compra el producto).
2. Caja (cancelación de la mercadería)
3. Empaque (retiro de mercadería).

La atención de todos los clientes en las horas pico se vuelve complicada debido a la saturación del servicio.

## **2.3 Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo General**

Acortar los tiempos de espera en las horas pico al menos de 10 a 20 minutos. Para así poder incrementar la satisfacción del cliente y por ende brindar un servicio más rápido y eficiente al servicio que actualmente se ofrece.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

Hacer un estudio de tiempos, con el objetivo de obtener información acerca del tiempo real que el cliente debe de esperar para ser atendido por cada uno de los servidores.

Establecer el numero de dependientes necesarios para llenar las expectativas de los clientes a la hora de solicitar el servicio.

Determinar la inversión a la cual debe incurrir para la implementación del modelo propuesto.

## **2.4 Alcances y Limitaciones**

En este estudio aplicado en todo el proceso de servicio (áreas mencionadas en el punto 2.2), se tomara en cuenta una limitante importante que es la cantidad del recurso humano ya que se podrá

gracias a la simulación determinar la cantidad optima necesaria para generar mayor eficiencia y así mejores resultados.

El principal limitante para la simulación es que actualmente los empleados debido a la estrategia del dueño, no tienen a su cargo un papel fijo en los diversos puestos dentro del almacén, ocasionando variabilidad para la definición exacta del modelo actual.

## **2.5 Justificación del uso de la Simulación**

La simulación es una herramienta que nos permite hacer mejoras en el sistema actual de forma rápida y es fácil de usar, ya que es muy versátil y por ende nos permite realizar cambios minimizando el riesgo de cometer errores en el sistema verdadero.

Este modelo aplicado en la simulación nos ayuda a realizar y entender los detalles operativos del sistema, evaluando de forma rápida el proceso actual y poder así proponer alternativas hasta llegar a la más optima.

### **III DIAGNOSTICO**

---

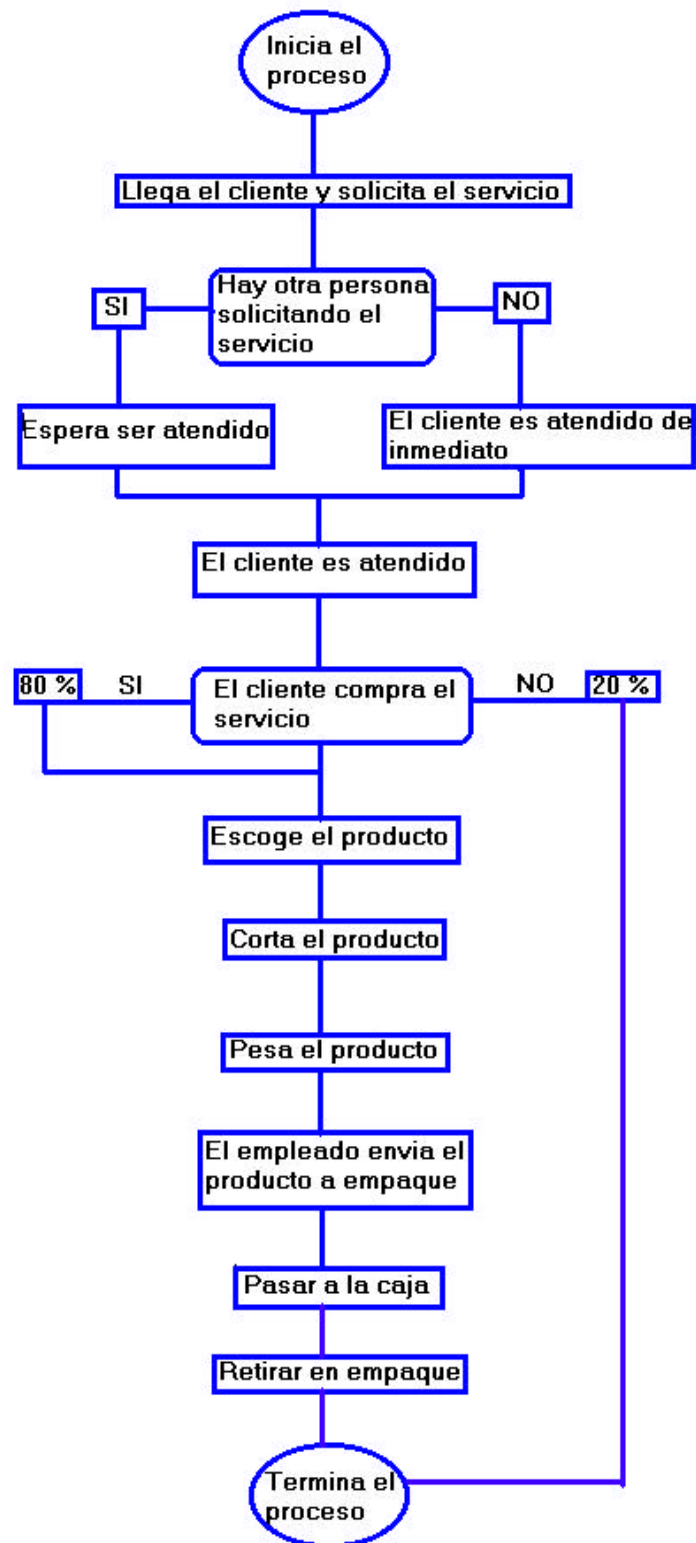
#### **3.1 Descripción del proceso**

El proceso desarrollado en este proyecto, inicia en el momento que el cliente llega a la tienda y es atendido por un dependiente, el 20% de estas personas no compran y se van de la tienda, el otro 80% escoge la tela, siendo esta cortada y pesada por el mismo dependiente que lo ha atendido, este a la vez hace dos recibos uno para que el cliente pase al área de caja y otro para empaque. Una vez que el cliente cancela pasa a empaque entrega la factura y el encargado de esta área la compara con su factura para verificar si coinciden, si coinciden se entrega al cliente el producto, finalizando así el proceso.

#### **3.2 Diagrama lógico del proceso**

Se definen los pasos a seguir dentro de una secuencia lógica del proceso, también, esta figura nos muestra cuales son las variables que se pueden dar dentro del proceso.

### Diagrama Lógico del Proceso



***Figura N°1. Diagrama Lógico del Proceso***

### **3.3 Definición de las medidas de desempeño**

Se tienen que tener en cuenta varios aspectos importantes, los cuales van a hacer los indicadores en el buen desempeño de nuestro modelo.

Los principales indicadores son:

- El tiempo total que dura el cliente siendo atendido por un empleado en todo el sistema.
- La cantidad de personas promedio en cola en los servidores.
- La cantidad de personas promedio dentro del almacén.
- Número total de personas atendidas en la hora pico.

Lo anterior, establece que la cantidad de empleados presentes en el sistema influye directamente en los tiempos de espera por parte de los clientes y, de estos depende la satisfacción de ellos con el servicio.

### **3.4 Información de entrada del modelo.**

El sistema que se quiere simular, como ya sabemos su principal problema es el de colas, creando cuellos de botella en algunos servidores. Por tal motivo se debe conocer tanto el tiempo promedio entre llegadas y el tiempo promedio de servicio de cada servidor. Estos tiempos son variables dependiendo la hora y el día, en este trabajo se consideraran solamente los días pico y las horas pico los cuales se encuentran analizados en el Anexo I.

Se debe también tener en cuenta la participación en el trabajo de cada uno de los servidores dentro del almacén durante las horas pico y para ello se contó con la descripción del dueño y lo observado durante la toma de los tiempos:

Observamos que el servidor encargado de la atención al cliente, corte y pesado de la tela no realiza ningún otro servicio más que este.

Por otra parte el servidor encargado del cajero es de suma importancia para el manejo de la plata tanto de entrada como de salida lo cual no se recurre de este servidor para ninguna otra labor.

También se puede ver que el empacador tiene varios oficios, por tal motivo no se utiliza los servicios de este en su tiempo libre debido a que además de llevar el inventario tanto de bodega, como del almacén ayuda a veces como mensajero y de vez en cuando le ayuda al primer servidor.

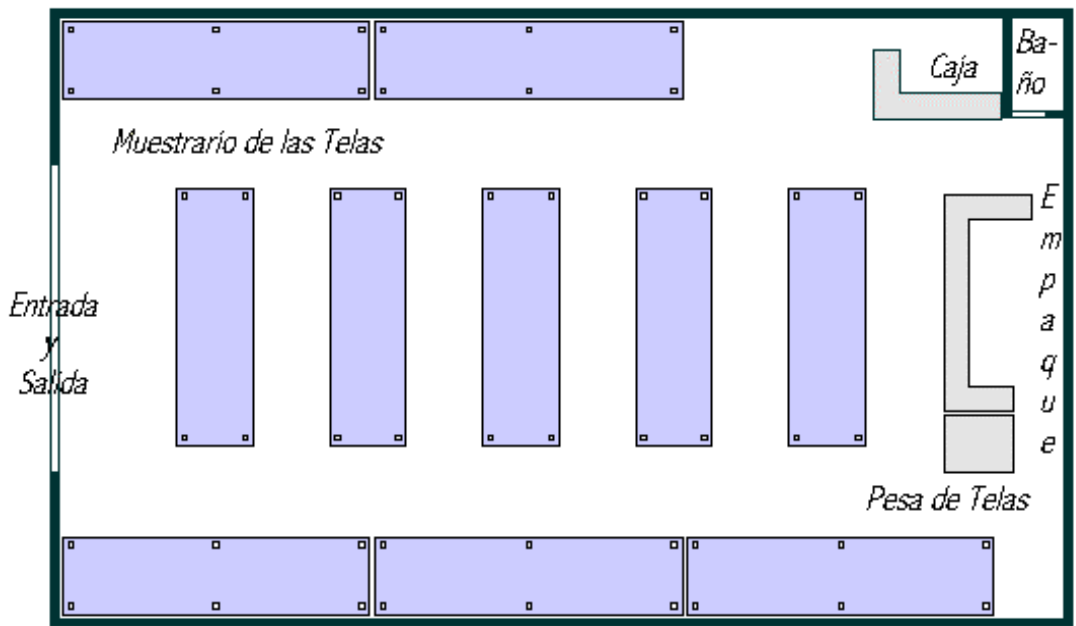
Es importante tener en cuenta la investigación informal acerca de los tiempos de espera mínimos y máximos que los clientes estaban dispuestos a esperar en la cola para obtener un servicio en el

cual se sintieran satisfechos, llegando así a que el tiempo máximo sea de 20 minutos y el mínimo de 10 minutos según encuesta realizada en la tienda Kilo Telas.

**3.5 Modelo de Simulación en Arena**

Para la imitación del sistema real del almacén de KiloTelas se contó con el programa de Arena. El modelo en este programa es bastante simple donde se tiene un arribo o lugar donde llegan los clientes, se modelo cada uno de los servidores (Pesado de telas, Cajero y Empaque) con sus respectivos tiempos, determinados según los resultados de la toma de tiempos y se utilizo el programa Input Analyzer para conocer su distribución los cuales se pueden ver en el Anexo I.

En la siguiente figura se puede observar el desarrollo gráfico del modelo:



*Figura N°2. Aspecto gráfico del modelo elaborado visto desde arriba*

**3.6 Análisis de los Resultados**

**3.6.1 Tabla Resumen de los Resultados**

En la siguiente tabla se puede ver claramente los resultados obtenidos por la simulación según las principales medidas de desempeño determinados anteriormente:

***Tabla N°1. Resumen de los resultados del modelo actual***

<b>Características</b>	<b>Resultados Promedios</b>
Personas en cola en el pesado de las telas	10.00
Personas en cola en la caja	0.00
Personas en cola en empaque de las telas	0.00
Cantidad de personas dentro de la tienda	12.00
Tiempo de ciclo por persona	60.77 minutos
Total de personas en la hora pico	36.00
Porcentaje de utilización del servidor de “Pesado de Telas”	99.8 %
Porcentaje de utilización del servidor de la Caja	9.8 %
Porcentaje de utilización del servidor del “Empaque del producto”	1.1 %
Largo de la corrida	180 minutos
Cantidad de corridas	20

### **3.6.2 Verificación de los Resultados**

Los tiempo entre llegadas de los clientes durante las horas pico se da con un promedio según los resultados de la toma de tiempos de 5.21 minutos por persona, lo cual dividido durante una hora nos muestra que pueden llegar durante 60 minutos 11.51 o sea 12 personas por hora, que daría un total de personas durante las horas pico (tres horas) de 36 personas. Este resultado matemático es una forma de corroborar que los resultados de la simulación están bien.

En la siguiente Tabla se muestra la verificación de los demás datos con sus respectivos procedimientos:

**Tabla N°2.Verificación de los resultados**

<b>Características</b>	<b>Procedimiento por Método Matemático</b>	<b>Resultados Aproximados</b>
Cantidad de personas que llegan dentro de la tienda por hora	Según la toma de tiempos el tiempo promedio entre llegadas de los clientes es de 5.21 min. por persona lo cual durante 60 min. llegarían (5.21min. per./60min)...	<b>12 personas</b>
Personas en cola en el pesado de las telas	Si se atienden las personas con una moda de 15.2 min., en 60 min. se pueden atender a 4 personas, menos las 12 personas que entran por hora al almacén...	<b>8 serian las personas que esperan por ser atendidas</b>
Total de personas en la hora pico	Son 12 personas que se atienden por hora, multiplicado por 3 horas que son las horas pico...	<b>36 personas</b>
Porcentaje de utilización del servidor de “Pesado de Telas”	Teniendo 15.2 min. de tiempo de servicio y 12 personas que este servidor atiende en promedio durante las horas pico, entonces obtenemos que $((15.2*12)/180\text{min}(\text{Tiempo simulado}))*100$ da un total de...	<b>101%</b>
Porcentaje de utilización del servidor de la Caja	En la toma de tiempos observamos que el tiempo de servicio de la caja es de distribución Erlang con una media de 1.513 min./persona, y teniendo en cuenta que el primer servidor (Pesado de telas) atiende en promedio durante las horas pico a 12 personas, estas mismas pasaran por la caja y empaque. Teniendo entonces que $((1.513*12)/180\text{min}(\text{Tiempo simulado}))*100$ es igual a...	<b>10%</b>
Porcentaje de utilización del servidor del “Empaque del producto”	De igual forma que el proceso anterior tenemos una media en el tiempo de servicio de empaque de 0.165 min./persona, donde $((0.165*12\text{persona})/180\text{min}(\text{Tiempo simulado}))*100$ es igual a...	<b>1.1%</b>

Podemos ver que los resultados de verificación aunque no son exactamente iguales a los resultados de la simulación en Arena, tienen una diferencia muy mínima por tal motivo se puede demostrar de esta forma que los datos de la simulación están bien.

Además de forma visual podemos analizar que el tiempo de proceso más largo es el del corte y pesado de la tela lo cual según los tiempos entre llegadas generaría un cuello de botella, resultado que nos lo confirma la simulación.

### **3.6.3 Análisis de los Resultados de la Simulación**

En el almacén KiloTelas el principal problema es la espera de los clientes al querer adquirir el producto durante las horas pico.

Se pudo determinar que el cliente tiene una espera promedio de 60.77 minutos como tiempo de ciclo menos el tiempo medio de proceso de 15.2 minutos en el servidor de pesado de la tela, obteniendo así una espera de 45,57 minutos. En este análisis se desprecia los tiempos de los otros servidores ya que se consideran muy cortos.

Este problema se presenta debido a que el tiempo de proceso de elección de la tela, corte y pesado es demasiado largo para un solo servidor.

De acuerdo a los resultados pudimos determinar por medio de las entrevistas con el dueño que mencionamos anteriormente y que es importante rescatar que:

El porcentaje de utilización del cajero es de 9.8 % muy poco, sin embargo la importancia del manejo de la plata tanto de entrada como de salida es bastante delicado para el dueño lo cual no se recurre de este servidor para ninguna otra labor.

También se puede ver que el empacador tiene un porcentaje de utilización de 1.1%, bastante pequeño pero no se utiliza los servicios de este en su tiempo libre debido a que además de llevar el inventario tanto de bodega, como del almacén ayuda a veces como mensajero y de ves en cuando le ayuda al primer servidor.

Todos estos factores conllevan a que en las horas pico los clientes tengan que esperar para adquirir los servicios.

## **3.7 Conclusiones del Diagnostico**

Se ha demostrado en el apartado 3.6 que la mala distribución del recurso humano dentro del almacén afecta en la atención eficaz del cliente creando colas de espera.

Debido al largo tiempo de proceso se puede ver según los resultados, que las personas tienen que esperar un tiempo demasiado largo parar adquirir el producto.

El porcentaje de utilización de los servidores de la caja (9.8%) y empaque (1.1%), son muy bajos para la cantidad de movimiento que hay en las horas pico.

## IV DISEÑO

---

### 4.1 Justificación del Escenario a Evaluar

Anteriormente se pudo ver en el diagnostico elaborado que los problemas que se están generando en las horas pico son provocados debido a:

- La cantidad de servidores para la atención de los clientes.

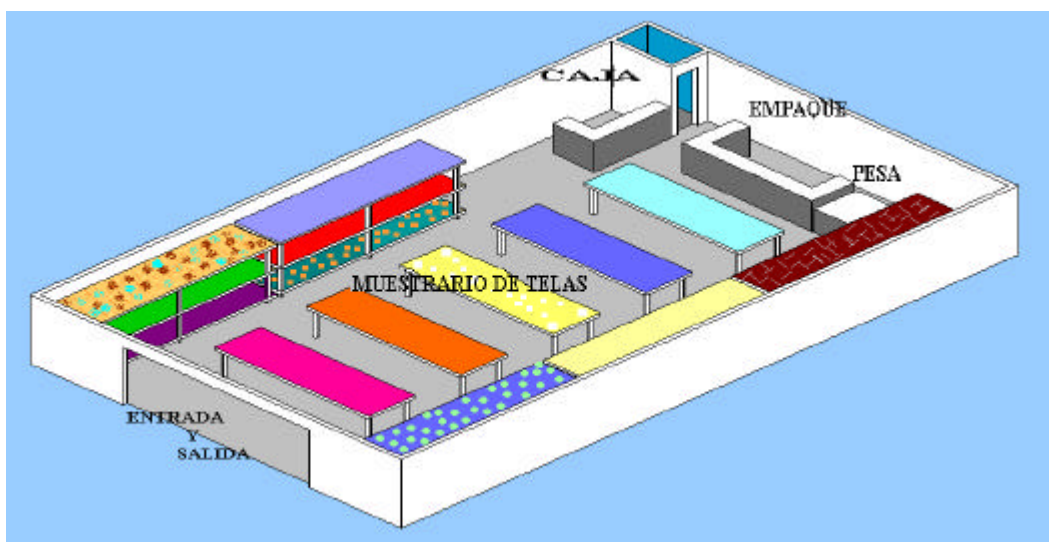
Por esta razón se propone crear un modelo donde disminuya la carga de trabajo la cual frena el proceso de atención de los clientes (cuello de botella) creando mayor tiempo de servicio.

### 4.2 Modelo del Escenario Propuesto

El modelo actual no sufrió muchas modificaciones. Para la disminución de los clientes en la cola de “Pesado de la Tela” se necesito del servicio de otra persona que trabajara medio tiempo.

Los tiempos de servicio serán iguales para todos los servidores e igualmente para el nuevo empleado.

A continuación se mostrara nuevamente el diseño del modelo el cual no tubo cambios pero visto de forma tridimensional:



*Figura N°3. Aspecto gráfico del modelo elaborado visto en tercera dimensión.*

### 4.3 Análisis de lo Resultados

#### 4.3.1 Tabla Resumen de los Resultados

Los siguientes resultados contienen las mismas medidas de desempeño utilizadas en el modelo actual con las debidas variaciones pronunciadas anteriormente:

*Tabla N°3. Resumen de los resultados del modelo Propuesto*

Características	Resultados Promedios
Personas en cola en el pesado de las telas	3.00
Personas en cola en la caja	0.00
Personas en cola en empaque de las telas	0.00
Cantidad de personas dentro de la tienda	6.00
Tiempo de ciclo por persona	28.61 minutos
Total de personas en la hora pico	37.00
Porcentaje de utilización de los dos servidores de “Pesado de Telas”	97 %
Porcentaje de utilización del servidor de la Caja	18.5 %
Porcentaje de utilización del servidor del “Empaque del producto”	2 %
Largo de la corrida	180 minutos
Cantidad de corridas	20

#### 4.3.2 Verificación de los Resultados

La siguiente tabla muestra los resultados con el procedimiento por medio del método matemático para la verificación de los resultados de la simulación en Arena:

**Tabla N°4.Verificación de los resultados**

<b>Características</b>	<b>Procedimiento por Método Matemático</b>	<b>Resultados Aproximados</b>
Cantidad de personas que llegan a la tienda por hora	Según la toma de tiempos el tiempo promedio entre llegadas de los clientes es de 5.21 min. por persona lo cual durante 60 min. llegarían (5.21min. per./60min)...	<b>12 personas</b>
Personas en cola en el pesado de las telas	Si se atienden las personas con una moda de 15.2 min., en 60 min. se pueden atender a 4 personas*2 servidores, menos las 12 personas que entran por hora al almacén...	<b>4 serian las personas que esperan por ser atendidas</b>
Total de personas en la hora pico	Son 12 personas que se atienden por hora, multiplicado por 3 horas que son las horas pico...	<b>36 personas</b>
Porcentaje de utilización de los servidores de “Pesado de Telas”	Teniendo 15.2 min. de tiempo de servicio y 24 personas que estos servidores atienden en promedio durante las horas pico, entonces obtenemos que $((15.2*24)/180\text{min}(\text{Tiempo simulado})/2\text{servidores})*100$ da un total de...	<b>101%</b>
Porcentaje de utilización del servidor de la Caja	En la toma de tiempos observamos que el tiempo de servicio de la caja es de distribución Erlang con una media de 1.513 min./persona, y teniendo en cuenta que los servidores (Pesado de telas) atienden en promedio durante las horas pico a 24 personas, estas mismas pasaran por la caja y empaque. Teniendo entonces que $((1.513*24)/180\text{min}(\text{Tiempo simulado}))*100$ es igual a...	<b>20.2%</b>
Porcentaje de utilización del servidor del “Empaque del producto”	De igual forma que el proceso anterior tenemos una media en el tiempo de servicio de empaque de 0.165 min./persona, donde $((0.165*24\text{persona})/180\text{min}(\text{Tiempo simulado}))*100$ es igual a...	<b>2.2%</b>

Podemos ver que los resultados de la Tabla N° 4 no son exactamente iguales a los de la Tabla N°3, pero si se aproximan mucho. De esta forma vemos que los resultados de la simulación son coherentes.

### 4.3.3 Análisis del Modelo Propuesto

#### 4.3.3.1 Análisis de los Resultados de la Simulación

Se puede observar en la Tabla N° 3 que las personas en la cola del pesado de la tela han disminuido comparándola con la Tabla N° 1 en un promedio de 7 persona, lo cual es un 70% que es bastante significativo. Mientras en los otros servidores no se da cola.

Se puede ver además que se dio mayor flujo de clientes en los otros servidores ya que aumento su porcentaje de utilización en la caja de un 9.8% a un 18.5% y en el empaque de un 1.1% a un 2% y disminuyo un poco el porcentaje de utilización de los operarios del pesado de la tela a un 97% estando en un 99.8% anteriormente.

El tiempo de ciclo de una persona en promedio con el modelo propuesto vemos que es de 28.61 minutos, casi una tercera parte del modelo actual el cual tiene un tiempo promedio de ciclo de 60.77 minutos, resultados que se pueden observar en la Tabla N° 3 y Tabla N° 1 respectivamente.

Como es de esperarse la cantidad de personas que arriban al almacén en la hora pico son la mas o menos la misma, en donde en la simulación actual vemos 36 clientes y en la simulación propuesta vemos 37 cliente.

Estos resultados han disminuido como vemos al comparar la Tabla N°1 con la Tabla N°3, diferenciando a los dos modelos de la contratación de otro servidor en el área de pesado de la tela.

El costo de la implementación del modelo propuesto es la contratación de medio tiempo de otro servidor lo cual cuesta un salario al mes con cesantías incluidas de ₡ 60.000 mensuales.

#### 4.3.3.2 Análisis Financiero

Con el nuevo empleado se recuperaran en promedio 5 clientes por día durante las horas pico, en la siguiente tabla podemos ver de forma global las ganancias de la tienda al mes con el modelo propuesto:

<b>Compra Promedio por Cliente</b>	<b>Utilidades por Venta (35%)</b>	<b>Clientes Recuperados en Horas Pico</b>	<b>Días Pico</b>	<b>Semanas por Mes</b>	<b>Utilidades Totales por Clientes Recuperados</b>
₡ 4.500	₡ 1.575	5	2	4.4	₡ 69.300

Como podemos ver en las utilidades por clientes recuperados es de ₡ 69300 por mes, esto muestra que la inversión del nuevo empleado se recupera a corto plazo, además que se le da un mejor servicio a los clientes actuales debido a la disminución de los tiempos de espera. Esto

provoca un mayor valor agregado al servicio y generara la incrementación y la lealtad de los clientes tanto actuales como futuros a la hora de adquirir el producto.

#### **4.4 Conclusiones del Diseño**

El tiempo promedio de un cliente estar dentro de la tienda disminuyo en un 66% en promedio, obteniendo así un tiempo de ciclo de 28.61 minutos en donde se puede apreciar de que el tiempo de espera de un cliente es de 13.41 minutos restándole la media del tiempo promedio que es atendido la cual es de 15.2 minuto, lo cual es satisfactorio para el cliente y para el almacén.

Para el arreglo del proceso en las horas pico es conveniente entonces la contratación de otro empleado por medio tiempo.

El costo de la implementación del modelo propuesto es relativamente pequeño observando los beneficios que traerá no a la clientela la cual estando satisfactoria del servicio, su porcentaje de reincidir en otra compra en el almacén será mayor y se incrementaran los ingresos.

Es claro que para que el almacén trabaje al máximo y se aproveche debidamente la demanda actual, se debe de tener en cuenta más que todo el servicio de muestra, corte y pesado de la tela ya que es este el cuello de botella del almacén. De esta forma habrán más clientes dispuestos a entrar al almacén y adquirir los servicios de este.

## **V RECOMENDACIONES**

---

Se puede ver claramente el poco porcentaje de utilización de algunos empleados en el almacén, lo cual es importante tener en cuenta ya que tal vez no genera ningún aporte al almacén directa o indirectamente. Si se desea evaluar la alternativa se podría realizar una reorganización de las responsabilidades laborales viendo cual es la más ventajosa.

Para la implementación de la propuesta es muy fácil y demanda poca inversión lo cual es una ventaja ya que se puede acceder a la solución del problema actual con mayor rapidez.

No es recomendable el comprar otra pesa electrónica la cual se utiliza dentro del proceso del primer servidor en el pesado de la tela, ya que el tiempo de pesado es corto según lo observado en la toma de los tiempos. Porque lo que demora más al primer servidor es ayudar al cliente a escoger la tela.

Es importante que el dueño tenga muy presente la evaluación de los puestos y las funciones ya que se puede ver la poca optimización del recurso humano dentro del almacén.

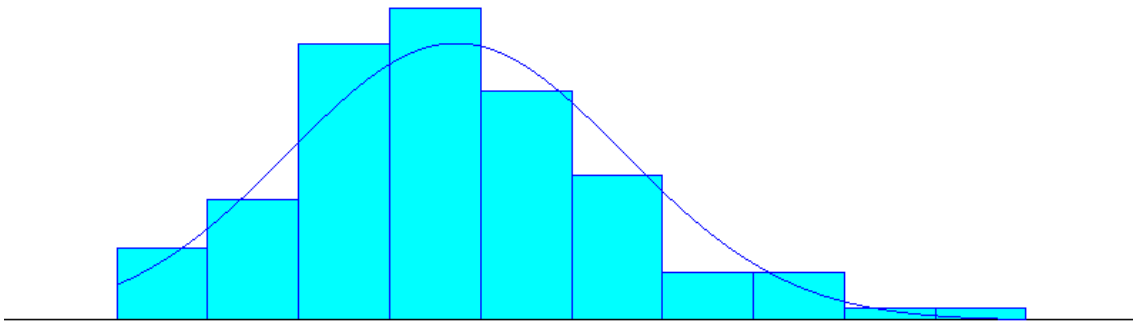
# ***ANEXOS***

## ANEXO I. Información Estadística Sobre los Datos de Entrada

---

### TIEMPO ENTRE LLEGADAS

El tiempo entre llegadas se entiende como cada cuanto llega un cliente a la tienda.



En el gráfico anterior podemos observar los resultados estadísticos que según la prueba de “Chi Square Test” y la “Kolmogorof Smirnov Test”, nos muestra que el valor de P acepta la distribución Normal para los tiempos de llegada de los clientes.

#### Distribution Summary

Distribution: Normal

Expression: NORM(5.21, 2.57)

Square Error: 0.005221

#### Chi Square Test

Number of intervals = 6

Degrees of freedom = 3

Test Statistic = 2.96

Corresponding p-value = 0.415

#### Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.0567

Corresponding p-value > 0.15

#### Data Summary

Number of Data Points = 106

Min Data Value = 0.2

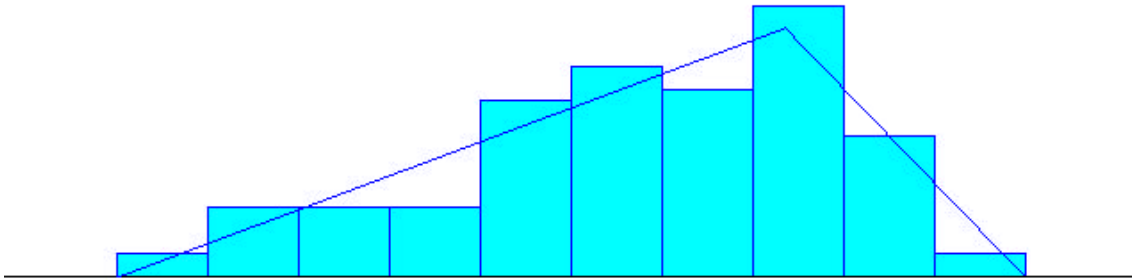
Max Data Value = 13.2

Sample Mean = 5.21

Sample Std Dev = 2.58

## TIEMPO DEL PRIMER SERVIDOR “PESADO DE TELA”

El tiempo del primer servidor se entiende como el tiempo que dura el servidor en atender al cliente.



El gráfico anterior nos muestra los resultados estadísticos, la prueba “ Chi Squart Test” y la “Kolmogorof Smirnof Test” nos muestra que el valor de P se acepta para la distribución Triangular de los tiempos del primer servidor realizados en la toma de tiempos.

### Distribution Summary

Distribution: Triangular

Expression:  $\text{TRIA}(2, 15.2, 20)$

Square Error: 0.004880

### Chi Square Test

Number of intervals = 7

Degrees of freedom = 5

Test Statistic = 3.69

Corresponding p-value = 0.598

### Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.0652

Corresponding p-value > 0.15

### Data Summary

Number of Data Points = 106

Min Data Value = 2.3

Max Data Value = 19.2

Sample Mean = 12.4

Sample Std Dev = 3.83

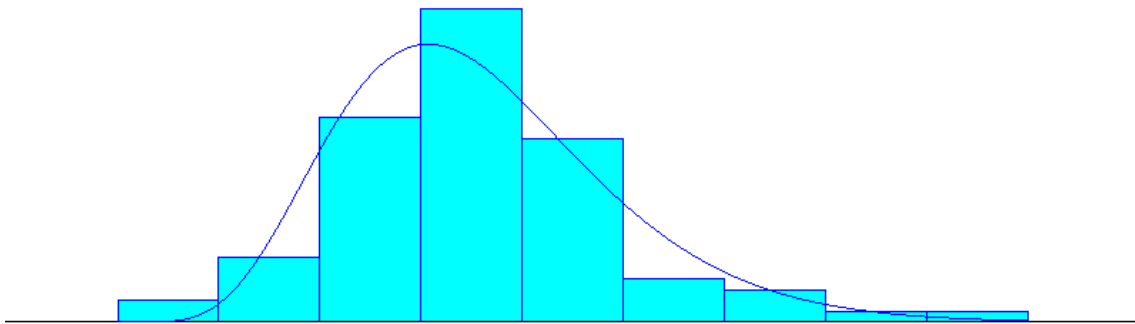
### Histogram Summary

Histogram Range = 2 to 20

Number of Intervals = 10

### TIEMPO DE CAJA

El tiempo de caja se entiende como el tiempo en que dura el cliente cancelando su mercadería, haya cola o no.



Como podemos ver en los siguientes resultados estadísticos la prueba de “Chi Square Test” y la “Kolmogorov-Smirnov Test” nos muestra según el valor de P que se acepta la distribución Erlang para los tiempos de la caja realizados en la toma de tiempos.

### Distribution Summary

Distribution: Erlang

Expression:  $0.61 + \text{ERLA}(0.129, 7)$

Square Error: 0.008542

### Chi Square Test

Number of intervals = 5

Degrees of freedom = 2

Test Statistic = 3.42

Corresponding p-value = 0.197

### Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.105

Corresponding p-value > 0.15

### Data Summary

Number of Data Points = 82

Min Data Value = 0.8

Max Data Value = 2.7

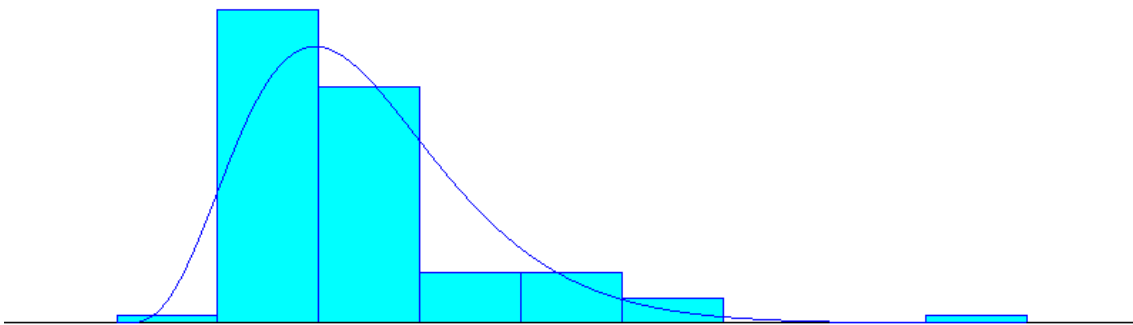
Sample Mean = 1.52  
Sample Std Dev = 0.339

#### Histogram Summary

Histogram Range = 0.61 to 2.89

### TIEMPO DE EMPAQUE

El tiempo de empaque, es aquel que dura el encargado del área en empacar la mercadería.



Como podemos observaren los siguientes resultados estadísticos de la prueba de “Chi Square Test” y la “Kolmogorof Smirnov Test”, nos demuestra según el valor de P que se acepta la distribución Erlang para los tiempos del área de empaque realizados en la toma de tiempos.

#### Distribution Summary

Distribution: Erlang  
Expression:  $0.1 + \text{ERLA}(0.013, 5)$   
Square Error: 0.027817

#### Chi Square Test

Number of intervals = 3  
Degrees of freedom = 0  
Test Statistic = 7.87  
Corresponding p-value < 0.005

#### Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.0739  
Corresponding p-value > 0.15

#### Data Summary

Number of Data Points = 82

Min Data Value	= 0.12
Max Data Value	= 0.32
Sample Mean	= 0.165
Sample Std Dev	= 0.0336

## ANEXO 2. Programación Lógica del Modelo

---

Esta es la programación lógica del modelo simulado en arena en Arena tanto para la parte actual como para la propuesta en donde su variación esta en la capacidad del primer servidor el cual es del “Pesado de la Tela” y se presenta a continuación:

```

;
;   Model statements for module: Arrive 1
;
52$   CREATE,      1:NORM( 5.21,2.57 ):MARK(Hora inicio);
53$   ASSIGN:      Cantidad Personas=Cantidad Personas+1;

13$   STATION,     Llegada de clientes;
61$   TRACE,       -1,"-Arrived to system at station Llegada de clientes\n";
16$   ASSIGN:      Picture=Default;
37$   DELAY:       0.;
65$   TRACE,       -1,"-Transferred to next module\n":NEXT(0$);
;
;   Model statements for module: Server 1
;
0$    STATION,     Pesado de telas;
168$  TRACE,       -1,"-Arrived to station Pesado de telas\n";
131$  DELAY:       0.;
175$  TRACE,       -1,"-Waiting for resource Pesado de telas_R\n";
92$   QUEUE,       Pesado de telas_R_Q:MARK(QueueTime);
93$   SEIZE,       1:
                Pesado de telas_R,1;
202$  BRANCH,      1:
                If,RTYP(Pesado de telas_R).eq.2,203$,Yes:
                If,RTYP(Pesado de telas_R).eq.1,105$,Yes;
203$  MOVE:        Pesado de telas_R,Pesado de telas;
105$  TALLY:       Pesado de telas_R_Q Queue Time,INT(QueueTime),1;
212$  DELAY:       0.0;
      TRACE,       -1,"-Delay for processing time TRIA( 2,15.2,20 )\n";

```

```

94$      DELAY:      TRIA( 2,15.2,20 );
176$      TRACE,      -1,"-Releasing resource\n";
95$      RELEASE:      Pesado de telas_R,1;
159$      DELAY:      0.;
182$      TRACE,      -1,"-Transferred to next module\n":NEXT(11$);

```

**; Model statements for module: Chance 1**

```

;
11$      TRACE,      -1,"-Choosing from 2 options\n";
213$      BRANCH,      1:
                With,0.8,10$,Yes:
                Else,12$,Yes;

```

**; Model statements for module: Assign 1**

```

;
10$      TRACE,      -1,"-Making assignments\n";
214$      ASSIGN:      Recibo=Recibo+1:
                Num Orden=Recibo:NEXT(2$);

```

**; Model statements for module: Duplicate 1**

```

;
2$      TRACE,      -1,"-Duplicating entities\n";
215$      DUPLICATE:      1,5$:NEXT(3$)

```

**; Model statements for module: Server 2**

```

;
3$      STATION,      Cajero;
292$      TRACE,      -1,"-Arrived to station Cajero\n";
255$      DELAY:      0.;
299$      TRACE,      -1,"-Waiting for resource Cajero_R\n";
216$      QUEUE,      Cajero_R_Q:MARK(QueueTime);
217$      SEIZE,      1:
                Cajero_R,1;
326$      BRANCH,      1:
                If,RTYP(Cajero_R).eq.2,327$,Yes:
                If,RTYP(Cajero_R).eq.1,229$,Yes;
327$      MOVE:      Cajero_R,Cajero;
229$      TALLY:      Cajero_R_Q Queue Time,INT(QueueTime),1;
336$      DELAY:      0.0;
                TRACE,      -1,"-Delay for processing time 0.61+ERLA( 0.129,7)\n";
218$      DELAY:      0.61+ERLA( 0.129,7);
300$      TRACE,      -1,"-Releasing resource\n";
219$      RELEASE:      Cajero_R,1;

```

```

283$    DELAY:    0.;
306$    TRACE,    -1,"-Transferred to next module\n":NEXT(8$);

```

**; Model statements for module: Batch 1**

```

;
8$      TRACE,    -1,"-Waiting for batch size of 2\n";
338$    COMBINE,    Num Orden:2,First;
342$    TRACE,    -1,"-Formed a permanent batch of size 2\n";
339$    DELAY:    0.000:NEXT(12$);

```

**; Model statements for module: Assign 2**

```

;
12$     TRACE,    -1,"-Making assignments\n";
350$    ASSIGN:    Cantidad Personas=Cantidad Personas-1:NEXT(9$)

```

**; Model statements for module: Depart 1**

```

9$      STATION,    Salida de la tienda;
381$    TRACE,    -1,"-Arrived to station Salida de la tienda\n";
351$    DELAY:    0.;
373$    COUNT:    Salida de la tienda_C,1;
378$    TALLY:    Tiempo Ciclo,Interval(Hora inicio),1;
388$    TRACE,    -1,"-Disposing entity\n";
380$    DISPOSE;

```

**; Model statements for module: Server 3**

```

5$      STATION,    Empaque producto;
466$    TRACE,    -1,"-Arrived to station Empaque producto\n";
429$    DELAY:    0.;
473$    TRACE,    -1,"-Waiting for resource Empaque producto_R\n";
390$    QUEUE,    Empaque producto_R_Q:MARK(QueueTime);
391$    SEIZE,    1:
                Empaque producto_R,1;
500$    BRANCH,    1:
                If,RTYP(Empaque producto_R).eq.2,501$,Yes:
                If,RTYP(Empaque producto_R).eq.1,403$,Yes;
501$    MOVE:    Empaque producto_R,Empaque producto;
403$    TALLY:    Empaque producto_R_Q Queue Time,INT(QueueTime),1;
510$    DELAY:    0.0;
        TRACE,    -1,"-Delay for processing time 0.1+ERLA( 0.013,5 )\n";

```

392\$      DELAY:      0.1+ERLA( 0.013,5 );  
474\$      TRACE,      -1,"-Releasing resource\n";  
393\$      RELEASE:      Empaque producto\_R,1;  
457\$      DELAY:      0.;  
480\$      TRACE,      -1,"-Transferred to next module\n":NEXT(8\$);