

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



## **FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS**

**PROYECTO DE GRADO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**“MAGÍSTER EN CONTROL DE OPERACIONES Y GESTIÓN  
LOGÍSTICA”**

**TEMA**

**Optimización de tiempos de Liquidación en rutas de Distribución  
de Bebidas Gaseosas**

**AUTOR**

**MARIELLA SÁNCHEZ CARRILLO**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AÑO**

**2016**

# DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos jamás hubiese conseguido lo que hasta ahora he logrado. Su perseverancia y esfuerzo han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar para mí.

Mariella Sánchez Carrillo

# AGRADECIMIENTO

Los resultados de este proyecto están dedicados a todas aquellas personas que de alguna forma son parte de su culminación.

Mis sinceros agradecimientos están dirigidos para mi tutor del proyecto de graduación, Omar Ruiz Barzola P.hD., quién guió la estructura y análisis de mi proyecto. Sus conocimientos, orientaciones, paciencia y motivación han sido fundamentales durante esta etapa.

Agradezco a mis padres fuente de apoyo constante e incondicional en toda mi vida y más aún en mis duros años de carrera profesional.

A mi familia, quienes a lo largo de toda mi vida han motivado mi formación, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades.

## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, me corresponden exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Matemáticas** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.



---

SÁNCHEZ CARRILLO MARIELLA DEL  
ROCÍO

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



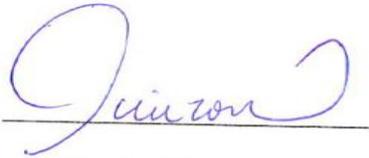
---

Kléber Barcia Villacreses. Ph.D.  
Presidente del Tribunal



---

Omar Ruíz Barzola. Ph.D.  
Director de Proyecto



---

M.Sc. David Pinzón Ulloa  
Vocal del Tribunal

**AUTORA DE LA TESIS DE GRADUACIÓN**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Sánchez', written over a horizontal line.

**SÁNCHEZ CARRILLO MARIELLA DEL  
ROCÍO**

## Tabla de contenido

|   |    |
|---|----|
| CAPÍTULO I .....  | 1  |
| 1.1. ANTECEDENTES .....                                     | 1  |
| 1.2. ALCANCE.....   | 5  |
| 1.3. OBJETIVOS PLANTEADOS.....                              | 7  |
| 1.4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....                           | 8  |
| 1.5. HIPÓTESIS .....  | 9  |
| CAPÍTULO II .....   | 1  |
| 2.1. MARCO TEÓRICO.....                                     | 1  |
| 2.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....                           | 1  |
| 2.1.2 METODOLOGÍA.....                                      | 2  |
| 2.2. TEORÍA DE COLAS .....                                  | 4  |
| 2.2.1 DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD DISCRETA Y CONTINUA..... | 7  |
| 2.2.3 PRUEBAS DE HIPÓTESIS.....                             | 9  |
| 2.2.3.1 PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE .....                   | 12 |
| 2.2.4 SIMULACIÓN MONTECARLO .....                           | 13 |
| 2.3. ANÁLISIS FODA .....                                    | 14 |
| 2.4. MATRÍZ IMPORTANCIA DESEMPEÑO .....                     | 15 |
| 2.5. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO CIENTÍFICO .....                | 18 |
| CAPÍTULO III .....  | 1  |
| 3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....                | 1  |
| 3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....                           | 3  |
| 3.3. RECOLECCIÓN DE DATOS .....                             | 6  |
| 3.3.1 ANÁLISIS DE DATOS .....                               | 7  |
| 3.3.2 ANÁLISIS DE VARIABLES.....                            | 10 |
| 3.4. DESCRIPCIÓN DE LA COLA .....                           | 22 |

|  |    |
|--|----|
| CAPÍTULO IV .....  | 1  |
| 4.1    SIMULACIÓN.....   | 1  |
| 4.1.1    DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SIMULADO .....                | 1  |
| 4.1.2    ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MODELO POR ESCENARIO ..... | 4  |
| 4.2    EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN OBJETIVO .....                 | 11 |
| CAPÍTULO V .....   | 1  |
| 5.1    CONCLUSIONES .....                                      | 1  |
| 5.2    RECOMENDACIONES .....                                   | 2  |
| BIBLIOGRAFÍA.....  | 1  |
| ANEXOS .....   | 2  |

## CONTENIDO DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Sistema de colas básico.....  | 4  |
| Figura 2: Proceso de Llegada de la Teoría de Colas.....   | 6  |
| Figura 3: Matriz FODA.....  | 15 |
| Figura 4: Matriz Importancia - Desempeño.....   | 17 |
| Figura 5: Proceso de Liquidación de Rutas de la Distribuidora de Bebidas Gaseosas.....                            | 3  |
| Figura 6: Diagrama Causa - Efecto.....  | 4  |
| Figura 7: Flujograma del proceso de Liquidación de Rutas.....   | 5  |
| Figura 8: Tiempo de atención entre la hora de ingreso del camión y la Verificación Física.....                    | 11 |
| Figura 9: Estadística descriptiva realizada en R para análisis de datos observados.....                           | 12 |
| Figura 10: Estadística descriptiva realizada en R – Test Kolmogorov.....  | 13 |
| Figura 11: Tiempo de atención entre la hora de la Verificación Física y el Check In Rutas.....                    | 15 |
| Figura 12: Estadística descriptiva realizada en R para análisis de datos observados.....                          | 16 |
| Figura 13: Estadística descriptiva realizada en R – Test Kolmogorov.....  | 17 |
| Figura 14: Tiempo de atención entre la hora del Check In y la Liquidación de la ruta.....                         | 19 |
| Figura 15: Estadística descriptiva realizada en R para análisis de datos observados.....                          | 20 |
| Figura 16: Estadística descriptiva realizada en R – Test Kolmogorov.....  | 21 |
| Figura 17: Resultados del análisis de Varianza- ANOVA.....  | 23 |
| Figura 18: Fases del proceso de Liquidación de rutas.....   | 3  |
| Figura 19: Modelo Optimización de tiempos para la Liquidación de rutas – Segundo escenario.....                   | 6  |
| Figura 20: Modelo Optimización de tiempos para la Liquidación de rutas – Tercer escenario.....                    | 8  |
| Figura 21: Modelo Optimización de tiempos para la Liquidación de rutas – Cuarto escenario.....                    | 10 |
| Figura 22: Gráfico de Análisis del Costo de Horas Extras en función a la cantidad de liquidadores existentes..... | 3  |

## CONTENIDO DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Horario de cierre de liquidación de rutas.....                                       | 3  |
| Tabla 2: Número de rutas que ingresaron tarde a liquidar.....                                 | 4  |
| Tabla 3: Matriz FODA.....   | 2  |
| Tabla 4: Definición de variables.....   | 6  |
| Tabla 5: Tiempo de atención entre la hora de ingreso del camión y la verificación física..... | 10 |
| Tabla 6: Tiempo de atención entre la Verificación Física y el Check In.....                   | 14 |
| Tabla 7: Tiempo entre la hora del Check In y la Liquidación de la rutas.....                  | 18 |
| Tabla 8: Resultados de Horas Extras en la Función Objetivo.....                               | 12 |

# RESUMEN

La búsqueda en la optimización de tiempos para alcanzar la eficiencia en el nivel de atención y logro de procesos exitosos actualmente es fundamental para el desarrollo organizacional.

Las empresas de consumo masivo, realizan la búsqueda de la optimización de recursos, tales como capital humano, dinero, y tiempo que aportan valor agregado para su economía.

El dinamismo de la operación actual no ha permitido desarrollar este enfoque para análisis de tiempo, que para algunas empresas pasa desapercibido, sin considerar la importancia que tiene la información y modelos que se pueden realizar y así evitar el congestionamiento en las colas de atención.

El análisis realizado en este proyecto de grado es la búsqueda de optimización de tiempos de liquidación para rutas, lo que permitirá a la Distribuidora de Bebidas Gaseosas, el ahorro en sus horas extras, mejorar el clima laboral, evitar el desgaste físico de sus colaboradores y además conocer la cantidad de personal adecuado para cada parte del proceso.

Cuando se cuenta con la cantidad de personal adecuado para el desarrollo de la operación, se minimizan los errores, se evita la rotación del personal y se valora la capacitación que se brinda al personal que desarrollará un buen trabajo por un largo periodo en la empresa.

Se realizó una medición de cada fase del proceso recolectando los datos del tiempo de ingreso del camión a la Agencia, tiempo de Check In, tiempo de atención en la ventanilla bancaria, tiempo de liquidación, mediante el enfoque de la teoría de Colas, uso del método de Montecarlo y simulación de los datos con los programas: R y Promodel.

Las conclusiones aportarán a la mejora de los tiempos del proceso, así como tomar decisiones sobre el ingreso de nuevas plazas que aporten valor al cumplimiento del proceso operativo.

## **CAPÍTULO I**

### **1.1. ANTECEDENTES**

La empresa para la cual se realizará el análisis de la información de tiempos, es una Distribuidora de Bebidas Gaseosas con bodegas que almacenan el producto para la venta en las 22 provincias del país.

El presente proyecto consiste en la búsqueda de la optimización de tiempos en las ventanillas de liquidación, analizando mediante escenarios de simulación.

Como objetivo se considera que el proceso completo de la liquidación de rutas debe culminar a las 22h00 a diario ya que por la cantidad de dinero que transportan los camiones (valores recolectados durante la venta del día), las rutas no deben estar en el mercado pasadas las 22h00.

El proceso analizado inicia con el ingreso de los choferes en la ventanilla de liquidación, para lo cual se ha considerado como muestra 21 rutas de entrega.

Al ingreso del camión en la Agencia, se acerca a la toma de la verificación física, para luego dirigirse al área de Liquidaciones donde se encuentra el Banco y la ventanilla de atención del liquidador, se acerca al Banco para depositar el dinero recaudado de la ruta y consecuentemente se dirige hacia la ventanilla de liquidaciones para entregar la documentación e ingresar la información en el sistema.

Para el proceso de liquidación de rutas se tiene conformado el siguiente equipo:

- Guardias de Seguridad: Persona que valida la hora de ingreso del camión en la Agencia y realiza la verificación aleatoriamente del retorno físico del producto con los documentos.
- Verificador: Persona que toma el retorno físico del producto y coloca la información en el documento. Cantidad de personas: 1
- Coordinador de Bodega: Persona que ingresa el check in en el sistema. Cantidad de personas: 1.
- Ventanilla bancaria: Persona que cuenta el dinero y genera el depósito, posterior entrega el comprobante. Cantidad de personas: 1.
- Liquidadora: Persona que revisa la documentación física e ingresa la información en el sistema para cerrar el ciclo del movimiento del inventario y conciliar las cajas.

La ventanilla bancaria atiende únicamente hasta las 22h00.

Con la obtención de los resultados se evaluará si es necesario el incremento del personal en la ventanilla de atención. La búsqueda de eficiencia en la atención, genera que todo el dinero recaudado en las rutas se deposite en la ventanilla del Banco, considerando el horario limitante.

Actualmente el horario meta de la empresa no se cumple por el horario de finalización de la liquidación a diario, tal como lo muestra la Tabla 1 a continuación:

**Tabla 1: Horario de cierre de liquidación de rutas**

| Descripción             | Lunes    | Martes   | Miércoles | Jueves   | Viernes  | Sabado   |
|-------------------------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| Horarios Cierre Computo | 22:30:00 | 20:58:00 | 23:30:00  | 0:00:00  | 0:30:00  | 21:52:00 |
| Meta de Cierre          | 22:00:00 | 22:00:00 | 22:00:00  | 22:00:00 | 22:00:00 | 22:00:00 |

***Fuente: Distribuidora de Bebidas gaseosas***

***Autor: Área de Operaciones & Servicios***

El retraso y no cumplimiento de la meta para la liquidación de rutas, genera el incremento en los costos operativos, dado el aumento de las horas extras, por la sobrecarga laboral existente.

En la semana laboral de Lunes a Viernes varias rutas ingresaron tarde al proceso de liquidación, lo que genera el retraso y no cumplimiento de la meta.

Existió retraso en la llegada al liquidar: El día Lunes, Miércoles, Viernes y Sábado por el ingreso tardío de la ruta No. 524203, ruta No. 524209, ruta No. 524208, ruta No. 524219, como lo observamos en la Tabla 2:

**Tabla 2: Número de rutas que ingresaron tarde a liquidar**

|           | NUMEROS DE RUTAS QUE INGRESARON TARDE: |  |        |  |        |        |
|-----------|--|--|--------|--|--------|--------|
| LUNES     | 524203                                 |  |        |  |        |        |
| MARTES    |  |  |        |  |        |        |
| MIERCOLES |  |  | 524209 |  |        |        |
| JUEVES    |  |  |        |  |        |        |
| VIERNES   |  |  |        |  | 524208 |        |
| SABADO    |  |  |        |  |        | 524219 |
| DOMINGO   |  |  |        |  |        |        |

*Fuente: Distribuidora de Bebidas gaseosas*

*Autor: Área de Operaciones & Servicios*

## **1.2. ALCANCE**

En este estudio se realizará la aplicación de la Teoría de colas en una Distribuidora de Bebidas Gaseosas, como una herramienta para el mejoramiento del proceso de liquidaciones de rutas.

El alcance del proyecto es la búsqueda de optimización de tiempos de liquidación de rutas de la Distribuidora de Bebidas Gaseosas, para lo cual se ha considerado el proceso completo desde que el chofer ingresa a la cola de la ventanilla hasta que finalmente liquidan.

Para este análisis se ha considerado los tiempos de atención en la liquidación de rutas de la Agencia ubicada en la ciudad de Santo Domingo.

Actualmente no se miden los tiempos de servicio en la Agencia Santo Domingo, sin embargo, se busca optimizar tiempos con el equipo de personas existentes.

No se cuenta con una cantidad de personas definidas para atención en las ventanillas de liquidación existentes en el país.

La meta de cierre de liquidación de rutas es 22h00 a diario.

Existen aproximadamente 21 rutas de liquidación a diario, dependiendo del volumen de ventas.

Se considerará la simulación del proceso de liquidación de rutas con la información del mes de Agosto, Septiembre y Octubre del 2015.

La presente investigación buscó la optimización del proceso de liquidación de las rutas, a través de la simulación del proceso de liquidaciones, al conocer el mejor escenario se establecerá la cantidad correcta de personas para la operación.

Se analizó el incremento de personas para la atención en ventanilla, así como se pretendió la reducción de horas extras en la Distribuidora de Bebidas Gaseosas.

### **1.3. OBJETIVOS PLANTEADOS**

El objetivo general del estudio fue:

Optimizar los tiempos de liquidación de rutas, así como la cantidad de personas existentes en la operación, para no generar sobre carga laboral y no afectar el nivel de servicio.

Para cumplir el objetivo general, se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Realizar el análisis FODA de la empresa para conocer más a fondo su situación actual.
- Analizar la cantidad de personas existentes en el proceso.
- Reducir horas extras del personal para evitar sobre costos en comparación a lo presupuestado.
- Medir el nivel de servicio que brinda la empresa, evitando que los choferes de las rutas permanezcan durante largas horas esperando atención.
- Considerar los cuellos de botella en el proceso para realizar los planes de acción para mejoras inmediatas.
- Presentar los posibles escenarios existentes una vez simulado el proceso para elegir la alternativa viable.

#### **1.4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

El principal problema presentado para la Distribuidora de Bebidas Gaseosas son las largas colas que se presentan en la ventanilla de liquidación mientras esperan el turno de atención, para lo cual no se cumple con la meta planteada, se observa la sobre carga laboral lo que incrementa el pago de las horas extras para el personal.

Para el análisis del problema se evaluarán los siguientes aspectos:

- Se considerará la información de Agosto, Septiembre y Octubre del año 2015, para el análisis del proceso.
- Simulación del proceso completo de liquidación de rutas, para encontrar el mejor escenario.
- Se utilizaron las Distribuciones de probabilidades apropiadas, obtenidas de las pruebas de bondad de ajuste, con la finalidad de simular eventos específicos medidos en el tiempo.
- Se identificaron las restricciones existentes para acercar la simulación del proceso a la realidad de la Operación existente.

## **1.5. HIPÓTESIS**

El número de personas actuales en la ventanilla de liquidaciones es suficiente para atender la cantidad de rutas que liquidan a diario, considerando el horario meta existente, y el horario de atención de la ventanilla bancaria.

## **CAPÍTULO II**

### **2.1 MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Para este análisis, se utiliza la investigación cuantitativa que sólo reúne información que puede ser medida. Se centra más en el conteo y clasificación de características y en la construcción de modelos estadísticos y cifras para explicar lo que se observa.

Se hace uso de herramientas tales como mediciones y otros equipos para recoger información numérica o medible.

Es objetiva en cuanto a su enfoque en el sentido de que sólo busca medidas precisas y un análisis de los conceptos que son objetivo para responder a su consulta.

El diseño de la investigación cuantitativa es una excelente manera para encontrar los resultados esperados y probar o refutar una hipótesis.

Luego del análisis estadístico de los resultados, se llega a una respuesta concreta y los resultados pueden ser discutidos y publicados legítimamente. Los experimentos cuantitativos también filtran los factores externos, si se diseñan adecuadamente, y de esta manera los resultados obtenidos pueden ser vistos como reales e imparciales.

### **2.1.2 METODOLOGÍA**

La investigación aplicada, será la fuente para lograr el objetivo planteado. Considerando que su aplicación permite ampliar y profundizar los datos que se obtienen y conocer que se pretende construir, el propósito será obtener generalizaciones cada vez mayores, para lo cual se utilizará simulaciones e hipótesis.

Se realiza la investigación aplicada de la siguiente manera:

1. Explicación de la situación actual
2. Recolección de datos
3. Simulación
4. Análisis de los resultados
5. Conclusiones

A continuación, la ampliación de cada punto:

#### **1. Explicación de la situación actual:**

Reconocer el proceso operativo que se realiza, así como el tiempo que toma cada proceso, realizando una identificación de cada variable.

Identificar las fortalezas y oportunidades mediante un análisis FODA, y una matriz importancia desempeño para medir el nivel de atención vs. el tiempo que toma realizar cada proceso.

## **2. Recolección de datos:**

Se recolectarán los siguientes datos:

- a) Tiempo de ingreso del camión a la Agencia.
- b) Tiempo de Verificación Física.
- c) Tiempo de Check In.
- d) Tiempo de atención en la ventanilla bancaria.
- e) Tiempo de liquidación.

Considerando que los datos analizados serán los tiempos de liquidación.

## **3. Simulación:**

Una vez recopilado los datos se realizará la simulación a través del método Monte Carlo, para evaluar los tiempos que toma el proceso. La simulación de los datos se realizará con Promodel, para así evaluar la información obtenida.

## **4. Análisis de los resultados:**

Con el resultado obtenido de la simulación, se realizará análisis estadístico descriptivo e inferencial, mediante el programa R.

## **5. Conclusiones:**

Con los resultados de los diferentes escenarios simulados, se analizará si el personal disponible en la operación es el necesario, y las horas extras generadas van acorde a cada proceso. Se tendrá un claro panorama para la toma de decisiones que beneficiarán a la Distribuidora de Bebidas Gaseosas.

## 2.2 TEORÍA DE COLAS

La teoría de las colas es basada en el análisis de una línea de espera particular para determinar la capacidad de atención apropiada.

Un sistema de colas puede dividirse en dos componentes principales:

- La cola
- La instalación del servicio

(Leandro, 2002, pág. 6), dice: Los clientes son atendidos a medida que van llegando a la línea de espera, si el cliente llega y no hay nadie en la cola pasa a ser atendido si no se une a la cola, en la cola se excluye a la persona que está siendo atendida en la ventanilla.

Los choferes de las rutas llegan a la instalación del servicio de acuerdo a la disciplina de la cola, generalmente esta es primero en llegar y es primero en ser atendido, pero puede haber otras reglas o colas con prioridades.

Se observa en la Figura 1 el sistema de colas básico:

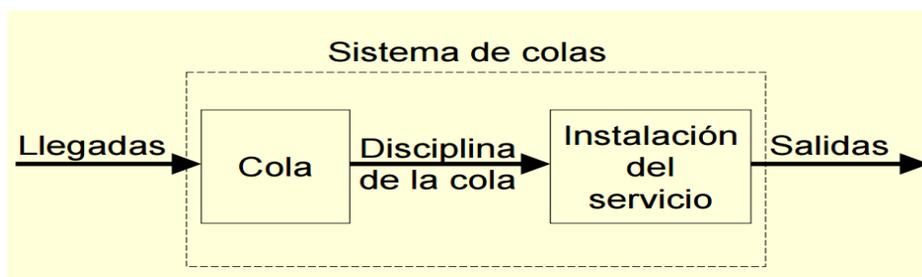


Figura 1: Sistema de colas básico

*Fuente: Aula de Economía – Líneas de Espera – Teoría de Colas.*

*Autor: Prof. Lic. Gabriel Leandro*

### **OBJETIVOS DE LA TEORÍA DE COLAS:**

- Identificar el nivel óptimo de capacidad del sistema que minimiza el coste del mismo.
- Evaluar el impacto que las posibles alternativas de modificación de la capacidad del sistema tendrían en el coste total del mismo.
- Establecer un balance equilibrado óptimo entre las consideraciones cuantitativas de costes y las cualitativas de servicio.
- Prestar atención al tiempo de permanencia en el sistema o en la cola de espera. (Garrido, Moscoso, & Salinas, 2012)

### **CARACTERÍSTICAS DE LAS COLAS:**

- Número de las colas: Se forman según la cantidad de llegada de clientes para ser atendidos en un proceso.
- Capacidad de las colas: Se llama capacidad del servicio al número de clientes que pueden ser servidos simultáneamente. El tiempo que el servidor necesita para atender la demanda de un cliente (tiempo de servicio) puede ser constante o aleatorio (Gijon, 2009)

**PROCESO DE LLEGADA:**

En la Figura 2 se observa la llegada:

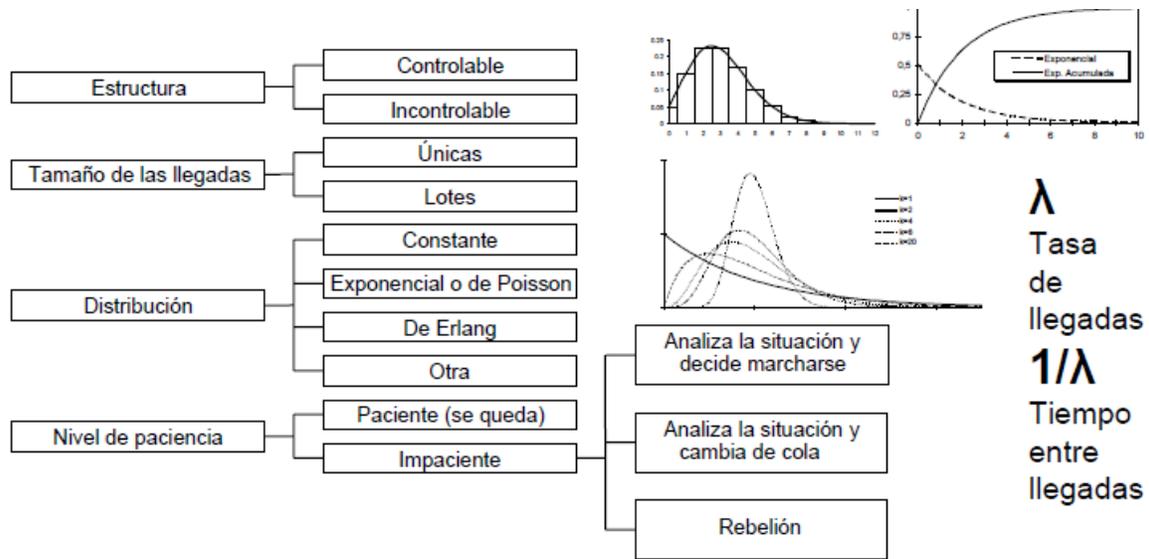


Figura 2: Proceso de llegada de la Teoría de Colas

*Fuente: Aula de Economía – Líneas de Espera – Teoría de Colas.*

*Autor: Prof. Lic. Gabriel Leandro*

## 2.2.1 DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD DISCRETA Y CONTINUA

Todos los posibles valores que pueden representarse como resultado de un experimento en un evento futuro, es una distribución de probabilidad (Valdéz, 2012).

La Variable aleatoria es la magnitud cuyos valores están determinados por las leyes de probabilidad. La variable aleatoria puede ser continua o discreta.

Una variable continua es aquella que puede tomar cualquier valor en un intervalo que ya está predeterminado. Entre dos valores, siempre puede existir otro valor intermedio que puede ser considerado como variable continua.

(Valdéz, 2012), dice: Una variable discreta es aquella que está en condiciones de adoptar valores de un conjunto numérico dado. Es decir: solo adquiere valores de un conjunto, no cualquier valor.

La mayor parte de los modelos de colas estocásticas asumen que el tiempo entre diferentes llegadas de clientes sigue una distribución exponencial. O lo que es lo mismo que el ritmo de llegada sigue una distribución de Poisson.

La distribución de Poisson es la probabilidad de que ocurra un determinado número de eventos durante cierto período de tiempo.

(Garrido, Moscoso, & Salinas, 2012), dice: “La probabilidad de obtener “X “éxitos en un intervalo continuo”

### **Características**

- El número medio (promedio) de eventos en el espacio temporal o región específica de interés, por lo general esta media se representa por la lambda griega ( $\lambda$ ).
- El número de resultados que ocurren en un intervalo de tiempo o región específicos es independiente del número que ocurre en cualquier otro intervalo de tiempo o región
- La probabilidad de que un resultado muy pequeño ocurra en un intervalo de tiempo muy corto o en una región pequeña es proporcional a la longitud del intervalo de tiempo o al tamaño de la región.
- La probabilidad de que más de un resultado ocurra en un intervalo de tiempo tan corto o en esa región tan pequeña es inapreciable, que se puede asignar el valor de 0.

En aplicaciones de Teoría de colas para determinar el tiempo del servicio puede utilizarse la distribución exponencial, mientras que para determinar la extensión de la fila de espera se puede utilizar la distribución de Poisson. (Garrido, Moscoso, & Salinas, 2012)

### 2.2.3 PRUEBAS DE HIPÓTESIS

Al realizar pruebas de hipótesis, se parte de un valor supuesto (hipotético) en parámetro poblacional. Después de recolectar una muestra aleatoria, se compara la estadística muestral, así como la media ( $\bar{x}$ ), con el parámetro hipotético, se compara con una supuesta media poblacional. Después se acepta o se rechaza el valor hipotético, según proceda.

Se rechaza el valor hipotético sólo si el resultado muestral resulta muy poco probable cuando la hipótesis es cierta.

Etapa 1.- Planear la hipótesis nula y la hipótesis alternativa. La hipótesis nula ( $H_0$ ) es el valor hipotético del parámetro que se compara con el resultado muestral resulta muy poco probable cuando la hipótesis es cierta.

Etapa 2.- Especificar el nivel de significancia que se va a utilizar. Se rechaza la hipótesis nula si el p-value es igual o menor que el nivel de significancia.

Etapa 3.- Elegir la estadística de prueba. La estadística de prueba puede ser la estadística muestral (el estimador no sesgado del parámetro que se prueba) o una versión transformada de esa estadística muestral. Por ejemplo, para probar el valor hipotético de una media poblacional, se toma la media de una muestra aleatoria de esa distribución normal que sirve como estadística de prueba.

Etapa 4.- Establecer el valor o valores críticos de la estadística de prueba. Habiendo especificado la hipótesis nula, el nivel de significancia y la estadística de prueba que se van a utilizar, se produce a establecer el o los valores críticos de estadística de prueba. Puede haber uno o más de esos valores, dependiendo de si se va a realizar una prueba de uno o dos extremos.

Etapa 5.- Determinar el valor real de la estadística de prueba.

Etapa 6.- Tomar la decisión. Se compara el valor observado de la estadística muestral con el valor (o valores) críticos de la estadística de prueba. Después se acepta o se rechaza la hipótesis nula. Si se rechaza ésta, se acepta la alternativa; a su vez, esta decisión tendrá efecto sobre otras decisiones de los administradores operativos.

La distribución apropiada de la prueba estadística se divide en dos regiones: una región de rechazo y una de no rechazo. Si cae en esta última región no se puede rechazar la hipótesis nula y se llega a la conclusión de que el proceso funciona correctamente.

**PASOS DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS**

1. Expresar la hipótesis nula
2. Expresar la hipótesis alternativa
3. Especificar el nivel de significancia
4. Determinar el tamaño de la muestra
5. Establecer los valores críticos que establecen las regiones de rechazo de las de no rechazo.
6. Determinar la prueba estadística.
7. Coleccionar los datos y calcular el valor de la muestra de la prueba estadística apropiada.
8. Determinar si la prueba estadística ha sido en la zona de rechazo a una de no rechazo.
9. Determinar la decisión estadística.
10. Expresar la decisión estadística en términos del problema.

### 2.2.3.1 PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE

La prueba de bondad de ajuste se aplica en diseños de investigación en los que se estudia a un único grupo.

La prueba compara la distribución de frecuencias observada ( $F_o$ ) de una variable usualmente cualitativa, pero que también puede ser cuantitativa, con la distribución de frecuencias de la misma variable medida en un grupo de referencia.

El procedimiento de la prueba implica el cálculo de una distribución esperada ( $F_e$ ) en el grupo estudiado, usando como punto de partida a la distribución de la variable en el grupo de referencia.

El propósito de la prueba es averiguar si existen diferencias estadísticamente significativas entre la distribución observada ( $F_o$ ) y la distribución esperada ( $F_e$ ).

En la prueba se plantean las siguientes hipótesis estadísticas:

- Hipótesis estadística nula:  $H_o: F_o = F_e$
- Hipótesis estadística alterna:  $H_a: F_o \neq F_e$

El procedimiento de la prueba incluye el cálculo de la medida de resumen llamada Chi cuadrada. El rechazo de la  $H_o$  ocurre cuando el valor calculado con los datos resulta mayor que el valor crítico de dicha medida contenido en una tabla llamada Valores Críticos de Chi cuadrada.

En el caso de que el valor de Chi cuadrada calculada sea igual o menor al de Chi cuadrada crítica se dice que no se rechaza la  $H_o$ , y por tanto, se concluye que la  $F_o$  es semejante a la  $F_e$ . En otras palabras, se dice que ambas distribuciones se ajustan bien, de ahí el nombre de la prueba: bondad de ajuste. Otra prueba utilizada para el mismo fin es la de Kolmogorov-Smirnov.

## 2.2.4 SIMULACIÓN MONTECARLO

(Peña Sánchez, 2001), dice: El método de Monte Carlo es un método no determinista o estadístico numérico, usado para aproximar expresiones matemáticas complejas y costosas de evaluar con exactitud.

Monte Carlo proporciona soluciones aproximadas a una gran variedad de problemas matemáticos posibilitando la realización de experimentos con muestreos de números pseudoaleatorios en una computadora.

Es aplicable a cualquier tipo de problema, ya sea estocástico o determinista.

Nos permite muestrear cualquier tipo de densidad por compleja que ésta sea, sin más que saber evaluar la densidad objetivo, en un determinado punto. Las muestras generadas no son totalmente independientes entre ellas, sino que están correlacionadas.

## **2.3 ANÁLISIS FODA**

La matriz FODA es una herramienta de análisis que puede ser aplicada a cualquier situación, individuo, producto, empresa, etc., que esté actuando como objeto de estudio en un momento determinado del tiempo.

Permite conformar un cuadro de la situación actual del objeto de estudio para obtener un diagnóstico preciso que permite, en función de ello, tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados.

El objetivo primario del análisis FODA consiste en obtener conclusiones sobre la forma en que el objeto estudiado será capaz de afrontar los cambios y las turbulencias en el contexto, (oportunidades y amenazas) a partir de sus fortalezas y debilidades internas.

Tanto las fortalezas como las debilidades son internas de la organización, por lo que es posible actuar directamente sobre ellas. En cambio las oportunidades y las amenazas son externas, y solo se puede tener injerencia sobre ellas modificando los aspectos internos.



Figura 3: Matriz FODA

*Fuente: Grandes Pymes*

*Autor: Juan Carlos Valda*

## 2.4 MATRIZ IMPORTANCIA DESEMPEÑO

Esta matriz posicionamiento importancia-desempeño se construye a partir de dos ejes, vertical y horizontal: el valor de los atributos de un producto y/o servicio y la evaluación del desempeño respecto de dichos atributos que el cliente o consumidor efectúa.

Por ello se hace necesario que previamente se recopilen los datos relativos a través de alguno de los diferentes métodos de investigación de mercado.

El siguiente paso es descomponer el producto/servicio analizado, en los elementos que lo constituyen, es decir, en los atributos de valor.

Tenemos los dos ejes de la matriz posicionamiento importancia-desempeño:

- En el eje vertical o de ordenadas se colocan los atributos que consideran relevante: **IMPORTANCIA**.
- En el eje horizontal o de abscisas se colocan la evaluación del producto o el servicio de la empresa y de la competencia respecto de tales atributos: **VALORACION**

El Mapa de Posicionamiento que presenta 4 Cuadrantes de Decisión Estratégica nos da las pautas de cómo estamos asignando los recursos en la Empresa.

Los cuadrantes son:

1. **Baja Importancia – Baja Valoración:** este cuadrante muestra los atributos poco valorados por el cliente y en la cual se tiene una baja performance. Estos son atributos secundarios en la elección para el cliente.
2. **Baja importancia – Alta Valoración:** este cuadrante muestra que somos buenos en atributos que para el cliente no son claves. La elección es mantener el alto desempeño pero No Invertir, continuar con el nivel alcanzado.

3. **Alta importancia – Baja Valoración:** este cuadrante refleja los atributos valorados y claves en los cuales aun tenemos mucho por hacer para lograr ser competitivos. La estrategia es Mejorar e Invertir.
4. **Alta importancia – Alta Valoración:** este cuadrante muestra que estamos ofreciendo un buen desempeño en los atributos claves de elección para el cliente o el consumidor. En este caso, la estrategia es Mantener (José Manuel Gómez, 2014).

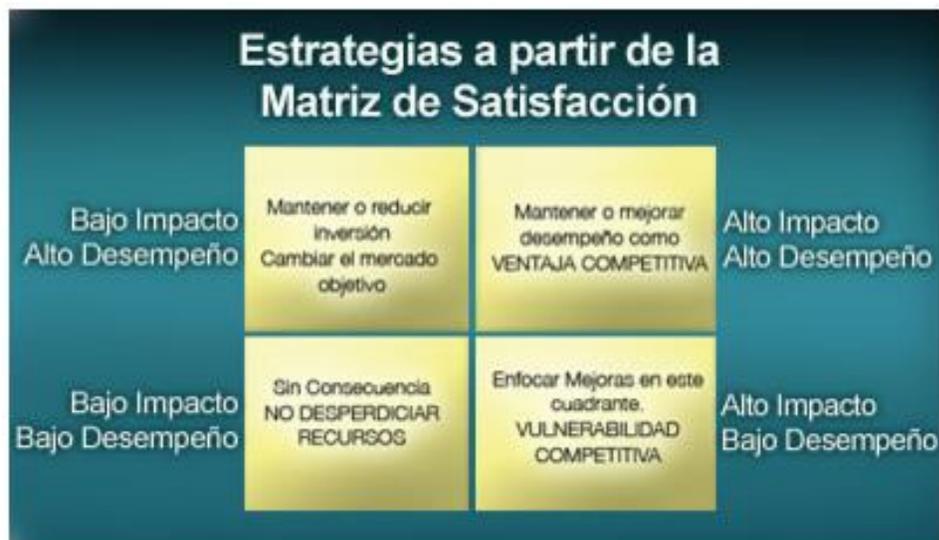


Figura 4: Matriz Importancia Desempeño

*Fuente: Staff Service de México D.C.*

*Autor: Staff Service de México D.C.*

## 2.5 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO CIENTÍFICO

El modelo de colas busca reducir el tiempo de espera en una cola, hasta llegar a un servidor, en un sistema de servicio, se desea conocer principalmente si invertir en el servicio es rentable o no.

Es importante considerar la estructura y la disciplina del modelo de colas.

Una cola se produce cuando la demanda de un servicio por parte de los clientes excede la capacidad del servicio.

Se necesita pronosticar el ritmo de entrada de los clientes y el tiempo de servicio con cada cliente.

La teoría de colas posiblemente no sea utilizada, por esa razón existen lugares en los cuales se sobrecargue de personas el sistema de servicio.

Por lo tanto, este tipo de instrumentos se realizan para hacer estudios metodológicos y así obtener buenos resultados para poder brindar un excelente servicio al cliente.

Los clientes de la fila de espera pueden ser pacientes o impacientes . En el contexto de los problemas de filas de espera, un cliente paciente es el que entra al sistema, permanece allí hasta que lo atiendan, un cliente impaciente es el que decide no entrar al sistema (lo evita) o sale antes de que lo atiendan (renuncia).

Un beneficio del modelo es la mejor toma de decisiones, con este método se puede eliminar los tiempos innecesarios con cada cliente y mejorar el tiempo del servicio.

También se conoce si se debe aumentar o disminuir el número de instalaciones del servicio o el número de fases.

La Gerencia también podrá tomar la decisión si debe o no aumentar el número de servidores por instalación, y la eficiencia del servidor o servicio ofrecido.

Se logra reducir la mala coordinación en el sistema de horas picos y capacitar a los nodulos del sistema para que identifiquen el tiempo perdido (Pablo Noe, 2012).

## **CAPÍTULO III**

### **3.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

Se realiza un análisis FODA para evaluar la situación estratégica de la Distribuidora de Bebidas, y así conocer las fortalezas que aportarán para el desarrollo del modelo.

En la Tabla 3, se observa el FODA:

Tabla 3: FODA

|  |  |
|--|--|
| <p><b><u>FORTALEZAS</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Proceso Operativo establecido y estandarizado en las demás Agencias del país pertenecientes a la Distribuidora de Bebidas.</li><li>➤ Ventanilla bancaria en el interior de la Agencia, para uso exclusivo de la Liquidación de rutas.</li><li>➤ Uso de software internacional para el Proceso Operativo.</li><li>➤ Control de Seguridad para la Liquidación total de las rutas.</li><li>➤ Uso de reportería a diario para control interno.</li><li>➤ Personal antiguo con experiencia en el proceso que se realiza a diario.</li></ul> | <p><b><u>OPORTUNIDADES</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Mercado en crecimiento, lo que incrementaría la operación actual.</li><li>➤ Actualización del software.</li><li>➤ Fuerte poder adquisitivo de los clientes lo que incrementa la operación en temporada alta.</li><li>➤ Creación de nuevos empleos, por posibles plazas nuevas.</li><li>➤ Apoyo económico internacional.</li><li>➤ Mejorar el horario de ingreso de los camiones al retorno en la Agencia.</li></ul> |
| <p><b><u>DEBILIDADES</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Procesos no automatizados, se realizan manualmente.</li><li>➤ Cantidad de personal en la atención de la ventanilla bancaria y de liquidaciones no óptima.</li><li>➤ Largas esperas en la fila del check in que retrasan el proceso de liquidación.</li></ul>  | <p><b><u>AMENAZAS</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Caída del software interno utilizado para el proceso de liquidaciones de rutas.</li><li>➤ Caída del sistema de la ventanilla bancaria.</li><li>➤ Robo a la ruta que liquidará.</li><li>➤ Robo en la ventanilla bancaria.</li><li>➤ Corte de energía en la Agencia.</li><li>➤ Tecnología desarrollada que utiliza la competencia para mejorar sus tiempos de atención para este proceso.</li></ul>                        |

*Fuente: Distribuidora de Bebidas gaseosas*

*Autor: Mariella Sánchez Carrillo*

### 3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

En la Figura 5 se observa el proceso de la Liquidación de rutas de las Distribuidora de Bebidas Gaseosas:

#### PROCESO DE LIQUIDACIÓN DE RUTAS DE REPARTO DE BEBIDAS

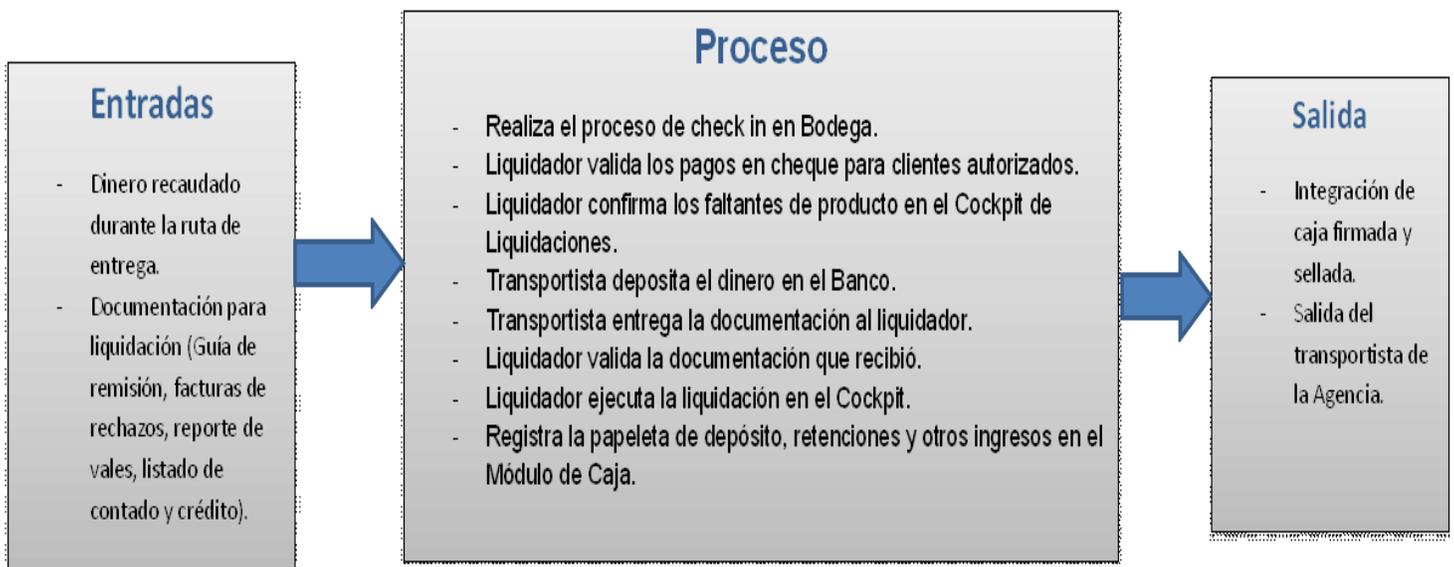
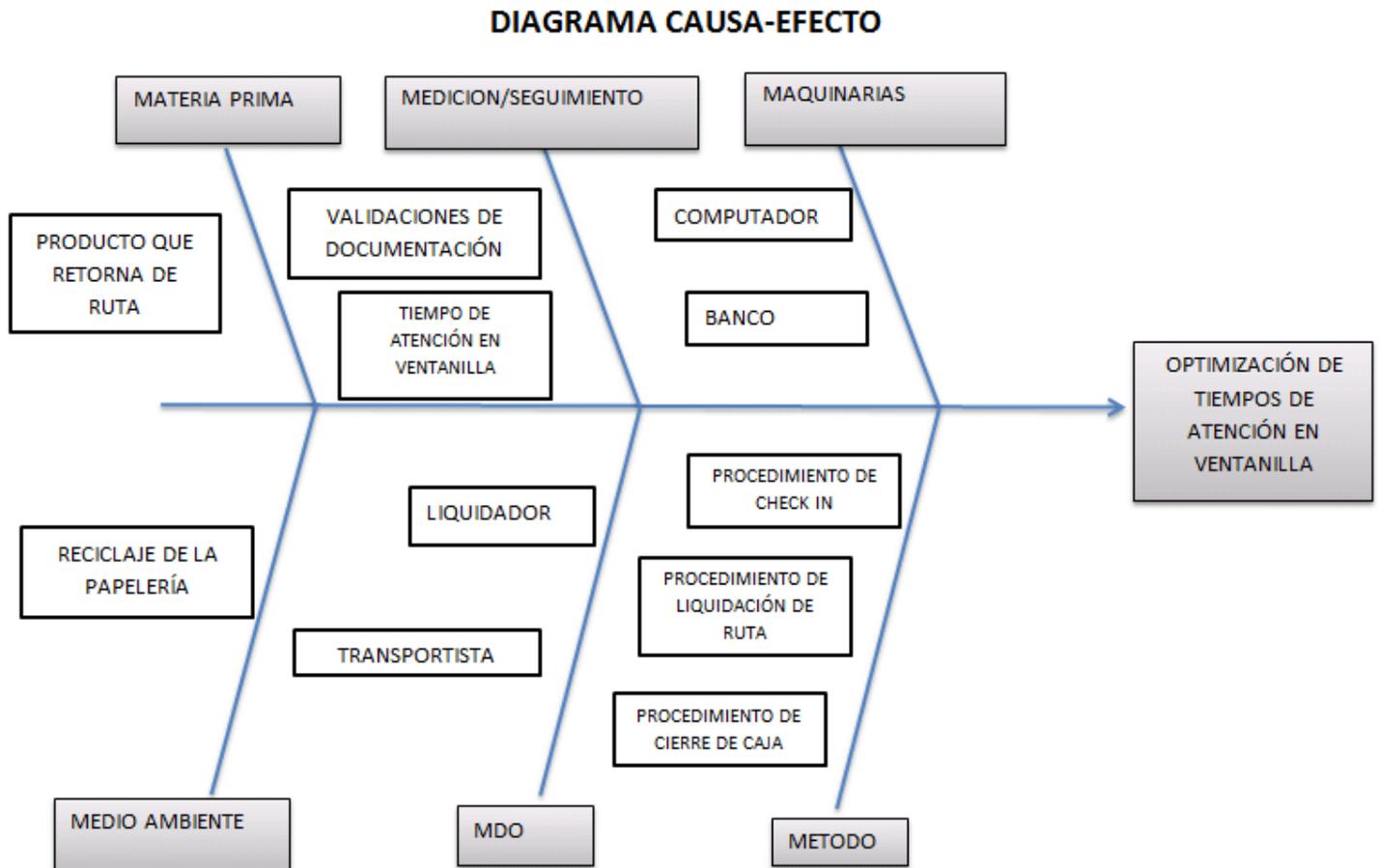


Figura 5: Proceso de Liquidación de rutas de la Distribuidora de Bebidas Gaseosas

*Fuente: Distribuidora de Bebidas Gaseosas*

*Autor: Mariella Sánchez Carrillo*

En la Figura 6 se realiza el análisis del proceso mediante el Diagrama Causa – Efecto:



**Figura 6: Diagrama Causa - Efecto**

***Fuente: Distribuidora de Bebidas Gaseosas***

***Autor: Mariella Sánchez Carrillo***

En la Figura 7, se observa el Flujograma con el detalle del proceso de la Liquidación de rutas de la Distribuidora de Bebidas, donde se menciona cada paso operativo que se realiza:

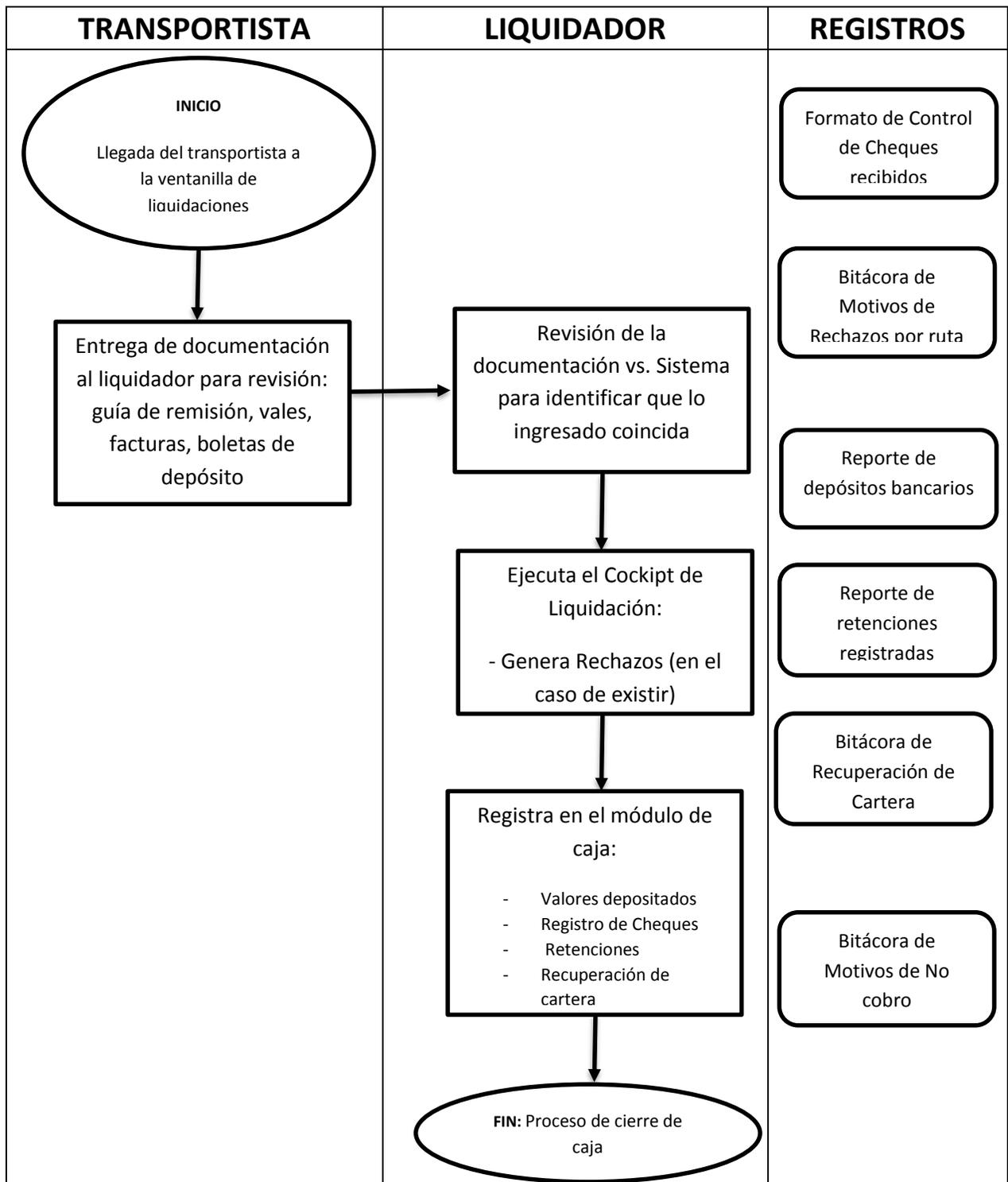


Figura 7: Flujograma del Proceso de Liquidación de Rutas

*Fuente: Distribuidora de Bebidas Gaseosas*

*Autor: Mariella Sánchez Carrillo*

### 3.3 RECOLECCIÓN DE DATOS

Se identificó que el colapso del proceso completo para la liquidación de rutas fue la fase final, según la cantidad existente de personas en la ventanilla, con el análisis de los tiempos de la atención para cada cliente se evidenció que los mayores tiempos de espera fue en esta parte de la cola.

Mientras que en las dos fases anteriores los tiempos promedios eran mínimos, además se consideró que para el proceso de liquidación existe un tiempo objetivo (22h00) que debe cumplir cada Agencia del país.

Por lo tanto, el análisis fue enfocado solo en la simulación de la última fase del proceso: La liquidación de rutas y así encontrar el mejor escenario que optimice tiempos y reduzca los costos operativos.

Primero se definen las variables a utilizarse en el proceso, tales como las variables de estado, las variables de entrada y las variables de salida, según lo muestra la Tabla 4:

| Sistema                    | Entidades   | Atributos   | Actividades   | Eventos   | Variables de Estado                                |
|----------------------------|---|---|---|---|--|
| Ventanillas de Liquidación | <br>Clientes | Prioridad de los clientes en la fila<br> | Liquidar rutas<br> | <br>Llegadas, salidas | Número de liquidadores disponibles para el proceso |

Tabla 4: Definición de variables

*Fuente: Distribuidora de Bebidas gaseosas*

*Autor: Mariella Sánchez Carrillo*

Para evitar sesgos en la simulación, se analizarán solo tres meses de la información que no corresponden a meses de temporada alta: Agosto, Septiembre y Octubre del 2015, considerando que los meses de temporada alta son Diciembre y Enero.

Los días festivos y sábados también son considerados ya que la Distribuidora de Bebidas trabaja en horarios normales.

El horario para análisis de la información será a partir de las 16h00, hasta el horario de finalización de la Operación en la Agencia.

Los tiempos analizados sólo corresponden a una Agencia del país ubicada en la ciudad de Santo Domingo.

Existen aproximadamente 21 rutas de liquidación a diario, dependiendo del volumen de ventas.

La meta de cierre de liquidación de rutas es 22h00 a diario.

### **3.3.1 ANÁLISIS DE DATOS**

Para llevar a cabo el proceso se cuenta con el siguiente personal operativo:

**Variables de Estado:**

- Número de liquidadores disponibles en ventanilla: 1

La etapa que se analizará es el tiempo que toma la Liquidación de las rutas, sin embargo, se detallan los tiempos de las fases previas como información referencial:

**1. Tiempo de ingreso del camión a la Agencia:**

Retorno del camión del mercado con la venta que realizó durante el día en la Agencia, tiempo que demora en la fila de ingreso a la Agencia, ya que previo a su ingreso el guardia revisa en la garita las cabinas de los camiones y aleatoriamente valida la guía de remisión con el retorno del producto del camión.

**2. Tiempo de Verificación Física:**

Una vez autorizado el ingreso del camión en la Agencia, ingresa a la fila para la Verificación física, proceso realizado por una sola persona actualmente.

La Verificación consiste en la revisión de la guía de remisión vs. El producto físico que retornó en el camión, para posterior registrar las cantidades en la guía y colocar la cinta sobre el documento como seguridad, para evitar adulteraciones.

**3. Tiempo de Check In:**

El Check In, consiste en el ingreso de la información que registró el Verificador en la guía de remisión en el sistema, si el camión regresa con retorno se realiza el ingreso

de la información, si el camión regresa sin retorno porque realizó la venta completa solo se valida la información.

El Coordinador de Bodega es el encargado del registro de esta información, mientras el Verificador toma el retorno físico o viceversa.

#### **4. Tiempo de atención en la ventanilla bancaria:**

Una vez culminado el proceso en Bodega, el transportista o también llamado VPP (Vendedor de Pedido Programado), se acerca a la ventanilla bancaria a depositar los valores recaudados durante la venta del día.

Solo existe un cajero para la atención en la ventanilla.

#### **5. Tiempo de liquidación:**

Con la papeleta de depósito el VPP se acerca a la ventanilla de liquidaciones, y entrega este comprobante junto con los demás documentos para que la persona de la ventanilla proceda con la revisión de la documentación, validación de la información en el sistema, y posterior proceda con el cierre de la liquidación.

Luego realiza el cuadro de caja donde registra la papeleta de depósito como constancia de la venta del día, al finalizar la operación entrega el comprobante de caja, que es el único documento que autoriza al VPP la salida de la Agencia, este documento es entregado a los guardias de seguridad para completar el proceso de liquidación.

### 3.3.2 ANÁLISIS DE VARIABLES

El proceso de liquidación de rutas fue separado en tres secciones para una mejor medición de los datos, siendo el proceso simulado el tiempo de la Liquidación de la ruta, sin embargo, se realizó la medición de los tiempos para las dos secciones anteriores previo a la analizada:

#### 1. Tiempo de atención entre la hora de ingreso del camión y la Verificación Física

Realizando estadística descriptiva se encontraron los siguientes resultados:

**Tabla 5: Tiempo de atención entre la hora de ingreso del camión y la verificación física**

| Tiempo de atención entre la hora de ingreso del camión y la Verificación Física |        |
|---|--------|
| Media   | 28.19  |
| Error típico  | 0.59   |
| Mediana   | 23.00  |
| Moda  | 10.00  |
| Desviación estándar   | 22.01  |
| Varianza de la muestra  | 484.59 |
| Curtosis  | 24.80  |
| Coficiente de asimetría   | 3.41   |
| Rango   | 293.00 |
| Mínimo  | 0.00   |
| Máximo  | 293.00 |

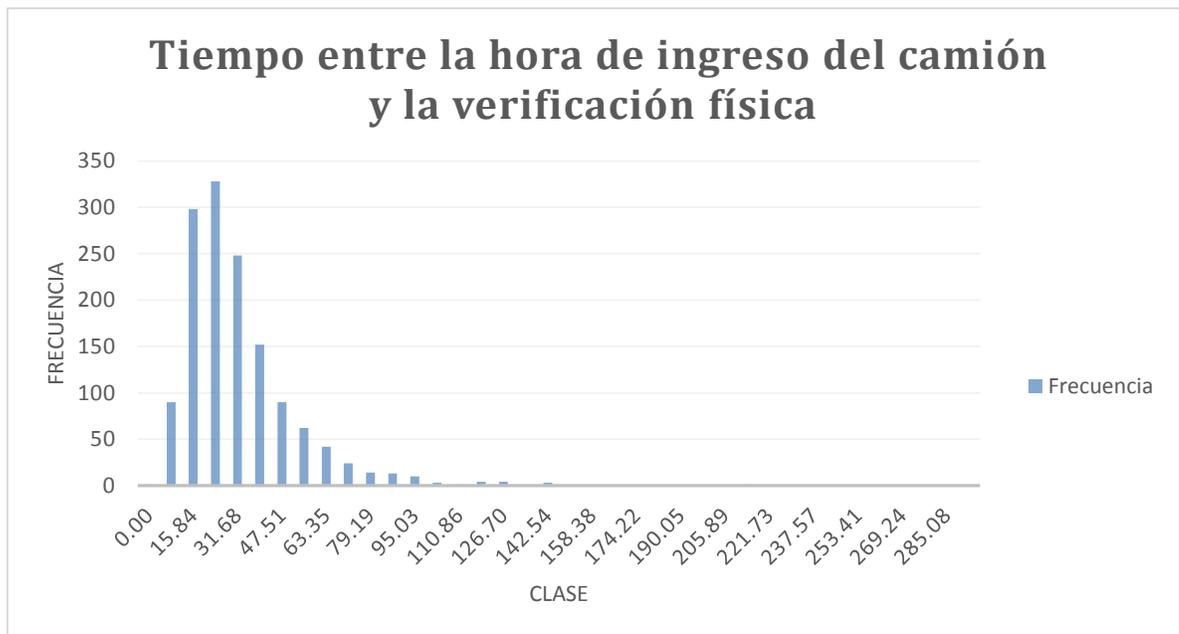
*Fuente: Distribuidora de Bebidas gaseosas*

*Autor: Mariella Sánchez Carrillo*

El tiempo promedio entre el ingreso del camión y la verificación física es de 28 minutos por camión aproximadamente, lo que genera que el camión se encuentre en cola de espera a su llegada mientras es atendido por el Verificador.

Los datos son muy aproximados entre ellos, dado el bajo resultado del error típico, solo se cuenta con 59 segundos de error.

El tiempo entre el ingreso del camión y la verificación física puede tomar hasta 293 minutos, ya que el Verificador ingresa a sus labores a partir de las 16h00, es decir que si un camión arribó antes de las 16h00 tendrá que esperar en el patio hasta ser atendido, las acumulaciones de datos son hacia la izquierda según se observa en la figura 8:



**Figura 8: Tiempo de atención entre la hora de ingreso del camión y la Verificación Física**

**Fuente: Distribuidora de Bebidas Gaseosas**

**Autor: Mariella Sánchez Carrillo**

Para determinar el tipo de Distribución se realizó la siguiente prueba de bondad de ajuste con la siguiente hipótesis:

Ho: El tiempo de atención entre la hora del ingreso del camión y la Verificación física posee una Distribución Poisson

Vs.

H1: El tiempo de atención entre la hora del ingreso del camión y la Verificación física no posee una Distribución Poisson

Realizando el análisis para la primera sección de los 1390 datos con un lambda de 28 min., equivalente a 0.467 horas, obtenemos:

| Min.    | 1st Qu. | Median  | Mean    | 3rd Qu. | Max.    |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0.00000 | 0.01000 | 0.02000 | 0.01961 | 0.02000 | 0.20000 |

**Figura 9: Estadística realizada en R para análisis de datos observados**

***Fuente: Distribuidora de Bebidas Gaseosas***

***Autor: Mariella Sánchez Carrillo***

- ✓ Que el tiempo promedio de espera entre la hora del ingreso del camión y la verificación física es 0.01961 minutos, lo que implica que al ingresar los camiones son atendidos sin esperar en la fila por mucho tiempo.
- ✓ El tiempo máximo que espera un camión en la fila para la Verificación física es 0.20 minutos.

Ajustando la media inicial observada: 0.01961151

Realizando las pruebas de bondad de ajuste con los valores cercanos a media y mediana con una distribución de Poisson mediante el test de Kolmogorov tenemos:

```
Two-sample kolmogorov-smirnov test
data: x and y
D = 0.026619, p-value = 0.7083
```

Figura 10: Estadística realizada en R – Test Kolmogorov

*Fuente: Distribuidora de Bebidas Gaseosas*

*Autor: Mariella Sánchez Carrillo*

Se obtuvo el p-value por 0.7083, valor que es mayor al nivel de significancia del 0.05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula, y los datos tienen una Distribución Poisson.

**2. Tiempo de atención entre la Verificación Física y el Check In:**

Luego de la toma del retorno en la verificación física la siguiente etapa del proceso es ingresar la información en el sistema; proceso llamado Check In.

Según la estadística descriptiva:

**Tabla 6: Tiempo de atención entre la Verificación Física y el Check In**

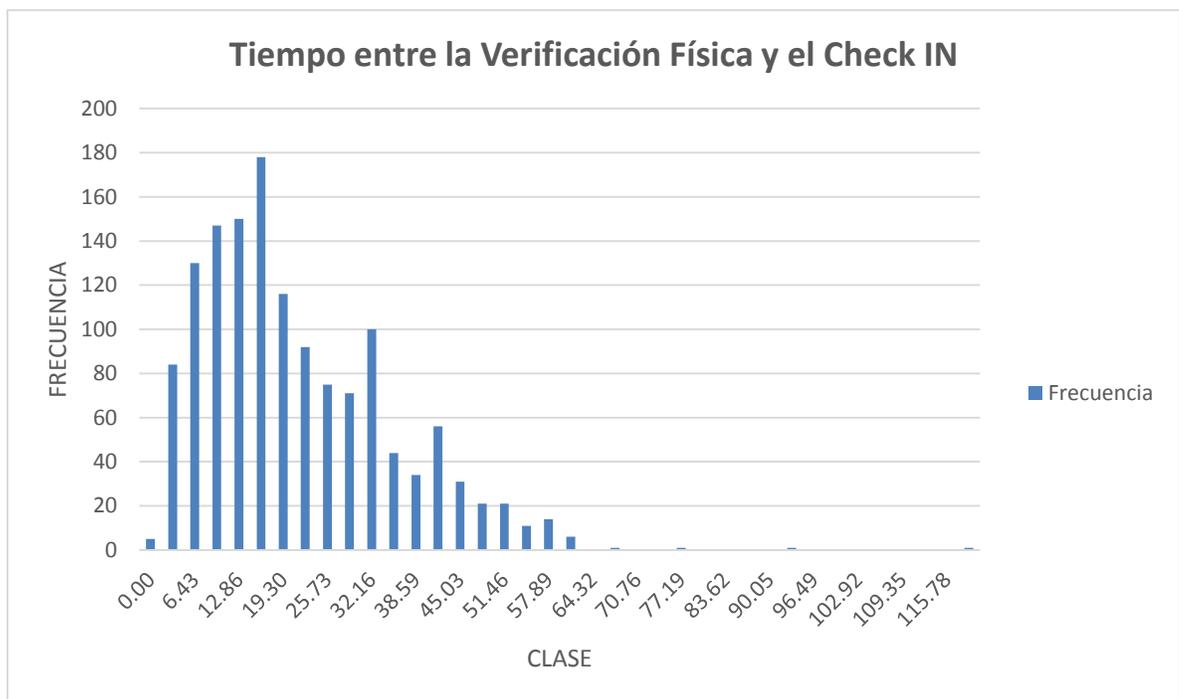
| Tiempo entre la hora de la Verificación Física y el Check In |        |
|--|--------|
| Media  | 19.76  |
| Error típico   | 0.37   |
| Mediana  | 17.00  |
| Moda   | 15.00  |
| Desviación estándar  | 13.79  |
| Varianza de la muestra                                       | 190.22 |
| Curtosis   | 2.29   |
| Coficiente de asimetría                                      | 1.13   |
| Rango  | 119.00 |
| Mínimo   | 0.00   |
| Máximo   | 119.00 |

*Fuente: Distribuidora de Bebidas gaseosas*

*Autor: Mariella Sánchez Carrillo*

El promedio es de 19 minutos durante esta etapa, es decir que los camiones se encuentran en la cola esperando cada uno a ser atendido, el error típico es de 0.37 minutos y su desviación estándar de 13.79 minutos.

El tiempo máximo que puede tomar esta etapa del proceso es de 119 minutos, es decir que si el camión ingresó antes de las 16h00, tendrá que esperar a ser atendido desde el horario que ingresó hasta el horario de ingreso del Coordinador de Bodega. Las acumulaciones de datos son hacia la izquierda según se observa en la figura 11:



**Figura 11: Tiempo de atención entre la hora de la Verificación Física y el Check In**

**Fuente: Distribuidora de Bebidas Gaseosas**

**Autor: Mariella Sánchez Carrillo**

Para determinar el tipo de Distribución se realizó la siguiente prueba de bondad de ajuste con la siguiente hipótesis:

Ho: El tiempo de atención entre la Verificación Física y el Check In posee una Distribución Poisson

Vs.

H1: El tiempo de atención entre la Verificación Física y el Check In no posee una Distribución Poisson

Realizando el análisis para la segunda sección de los 1390 datos con un lambda de 24 min. se obtiene:

| Min.    | 1st Qu. | Median  | Mean    | 3rd Qu. | Max.    |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0.00000 | 0.01000 | 0.01000 | 0.01652 | 0.02000 | 0.25000 |

Figura 12: Estadística descriptiva realizada en R para análisis de datos observados

**Fuente:** Distribuidora de Bebidas Gaseosas

**Autor:** Mariella Sánchez Carrillo

- ✓ Que el tiempo promedio de espera entre la hora de la Verificación Física y el Check In es 0.01652 minutos.
- ✓ El tiempo máximo que espera un camión en la fila para el Check In realizado en el sistema es de 0.25 minutos.

Ajustando la media inicial observada: 0.01651799

Realizando las pruebas de bondad de ajuste mediante el test de Kolmogorov se obtiene:

```
Two-sample kolmogorov-smirnov test
data: x and y
D = 0.032374, p-value = 0.4601
```

Figura 13: Estadística realizada en R – Test Kolmogorov

*Fuente: Distribuidora de Bebidas Gaseosas*

*Autor: Mariella Sánchez Carrillo*

Se obtuvo el p-value por 0.4601, valor que es mayor al nivel de significancia del 0.05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula, y los datos tienen una Distribución Poisson.

3. Tiempo de atención entre el Check In y la Liquidación de la ruta:

Tabla 7: Tiempo entre la hora del Check In y la Liquidación de la ruta

| Tiempo entre la hora del Check In y la Liquidación de la Ruta |        |
|---|--------|
| Media   | 43.09  |
| Error típico  | 0.81   |
| Mediana   | 39.00  |
| Moda  | 28.00  |
| Desviación estándar   | 30.33  |
| Varianza de la muestra  | 919.86 |
| Curtosis  | 10.17  |
| Coficiente de asimetría                                       | 2.11   |
| Rango   | 268.00 |
| Mínimo  | 0.00   |
| Máximo  | 268.00 |

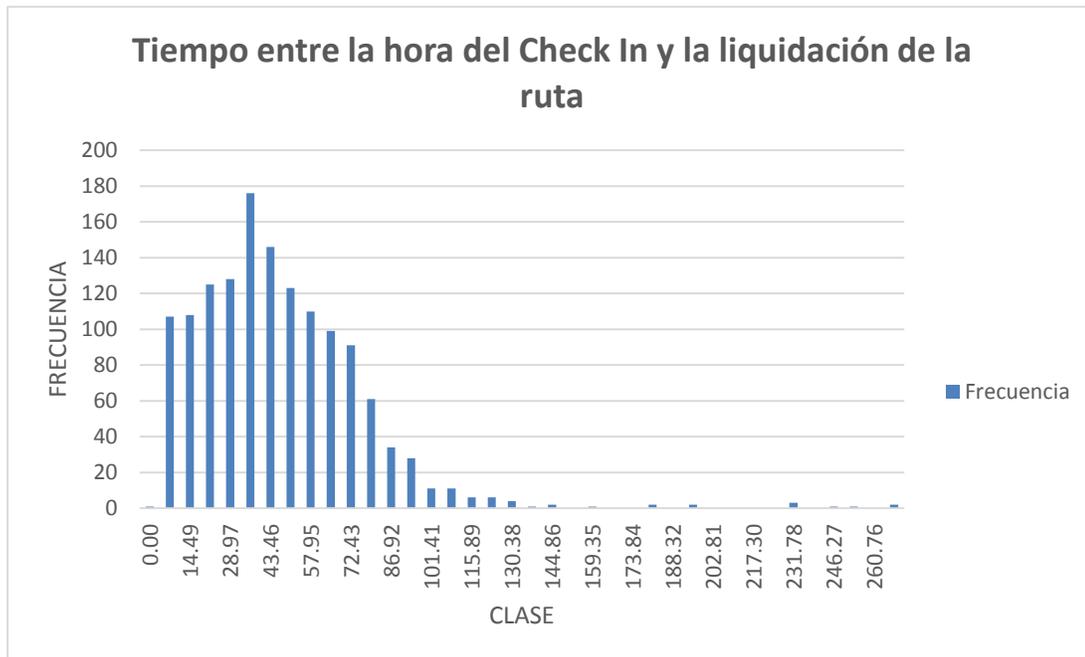
*Fuente: Distribuidora de Bebidas gaseosas*

*Autor: Mariella Sánchez Carrillo*

El tiempo de liquidación promedio posterior al ingreso de Check In es de 43 minutos por ruta, es decir que la congestión durante el proceso ocasiona que los VPP esperen durante todo ese tiempo en la Agencia previo a ser atendidos por el liquidador.

El máximo tiempo de espera por una ruta es de 268 minutos, ocasionado cuando la ruta ingresa antes de las 16h00 en la Agencia.

Durante la medición del tiempo de liquidación se consideró la atención del Cajero en la Ventanilla bancaria.



**Figura 14: Tiempo de atención entre la hora del Check In y la Liquidación de la ruta**

**Fuente: Distribuidora de Bebidas Gaseosas**

**Autor: Mariella Sánchez Carrillo**

Para determinar el tipo de Distribución se realizó la siguiente prueba de bondad de ajuste con la siguiente hipótesis:

Ho: El tiempo entre el Check In y la Liquidación de la ruta posee una Distribución Poisson

Vs.

H1: El tiempo entre el Check In y la Liquidación de la ruta no poseen una Distribución Poisson

Realizando el análisis para la segunda sección de los 1390 datos con un lambda de 42 min. se obtiene:

| Min.    | 1st Qu. | Median  | Mean    | 3rd Qu. | Max.    |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0.00000 | 0.02000 | 0.03000 | 0.02967 | 0.04000 | 0.19000 |

Figura 15: Estadística descriptiva realizada en R para análisis de datos observados

**Fuente:** *Distribuidora de Bebidas Gaseosas*

**Autor:** *Mariella Sánchez Carrillo*

- ✓ Que el tiempo promedio de espera entre el Check In y la Liquidación de la ruta es 0.02967 minutos, lo que significa que es la sección del proceso en la que más está demorando la atención brindada.
- ✓ El tiempo máximo que espera un camión en la fila para la Liquidación de la ruta es de 0.19 minutos.

Ajustando la media inicial observada: 0.02966906

Realizando las pruebas de bondad de ajuste mediante el test de Kolmogorov se obtiene:

```
Two-sample kolmogorov-smirnov test
data: x and y
D = 0.033094, p-value = 0.4319
```

Figura 16: Estadística realizada en R – Test Kolmogorov

*Fuente: Distribuidora de Bebidas Gaseosas*

*Autor: Mariella Sánchez Carrillo*

Se obtuvo el p-value por 0.4319, valor que es mayor al nivel de significancia del 0.05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula, y los datos tienen una Distribución Poisson.

### **3.4 DESCRIPCIÓN DE LA COLA**

Para analizar la cola del proceso de liquidación de rutas se identificó una sección del proceso en el que los tiempos tienen un comportamiento diferente, obteniendo las siguientes características:

#### **1. Patrón de arribo de los camiones:**

Se consideró 26 días laborables en el mes, con 6 días hábiles de trabajo en la semana y los datos fueron analizados con tiempos en minutos de espera en esta sección del proceso.

El tiempo entre el Ingreso del camión y la Verificación Física se ajusta a una Distribución Exponencial con un tiempo de 28 minutos de espera.

#### **2. Patrón de Verificación física y Check In:**

Se realizó el análisis de las varianzas (ANOVA) para determinar si el patrón de la Verificación física y el Check IN se mantienen o varían conforme va transcurriendo el tiempo (Figura 17).

El objetivo principal del uso de ANOVA consiste en determinar el efecto sobre la variable del Check In tiene distintos niveles de impacto sobre la variable de la Verificación Física, comparando medias, mediante una medida en la variación entre diferentes niveles.

Entonces podremos determinar si los diferentes niveles del factor tienen un efecto significativo sobre el valor de la variable dependiente.

Las hipótesis planteadas son:

Ho: El tiempo promedio entre la Verificación Física y el Check IN por intervalos de 19 minutos son iguales

Vs.

H1: El tiempo promedio entre la Verificación Física y el Check IN no son iguales

```
datos$T2 Residuals
Sum of Squares 0.0037791 0.3348112
Deg. of Freedom      1      1388

Residual standard error: 0.01553121
Estimated effects may be unbalanced
> summary(your.aov)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
datos$T2    1 0.0038 0.003779  15.67 7.94e-05 ***
Residuals 1388 0.3348 0.000241
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Figura 17: Resultados del análisis de Varianza- ANOVA

*Fuente: Distribuidora de Bebidas Gaseosas*

*Autor: Mariella Sánchez Carrillo*

El p-value obtenido es muy pequeño, se demuestra que existen diferencias significativas con el 5% de significancias en la toma de la Verificación Física y el Ingreso del Check IN en el sistema, por lo tanto, se rechaza la hipótesis

### **3. Comportamiento de la cola:**

Las rutas son atendidas para la liquidación a medida que van llegando a la Distribuidora de Bebidas Gaseosas, es decir no existe prioridad de atención ni turnos asignados.

La primera ruta que ingrese se atiende y conforme van ingresando se van liquidando, este método es conocido como FIFO.

### **4. Capacidad del Sistema:**

La capacidad de atención es limitada, es decir a medida que llegan las rutas se ubican en la fila para ser atendidas y posterior realizado el proceso de la primera sección el vehículo es ubicado en el parqueo asignado para no generar congestión en el patio de maniobras.

**5. Cantidad de canales de atención:**

Existe un solo canal de atención para la fila, con una persona que atiende en la ventanilla de Liquidación.

**6. Etapas del servicio:**

La sección definida para este proceso es la siguiente:

- a) Tiempo entre el Check In y la Liquidación de la ruta.

La fase final es la validación de toda la documentación existente e ingreso del monto recaudado, para finalmente emitir el comprobante de pago como constancia del cierre de la liquidación.

## **CAPÍTULO IV**

### **4.1 SIMULACIÓN**

#### **4.1.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SIMULADO**

La simulación del sistema se realizó en base a las variables determinadas en los capítulos anteriores para analizar los tiempos de la liquidación de las rutas, y de esta forma conocer si la cantidad de personas existentes en el proceso son las adecuadas para la optimización de tiempos en el servicio.

Se consideraron 21 rutas de entrega para liquidación, así como el método FIFO, es decir son atendidas a medida que van llegando.

El horario de atención de la ventanilla de liquidación es de 16h00 a 00h00, de Lunes a Sábados. Fueron 78 días simulados, cada uno de 8 horas laborables, que corresponde a tres meses de los datos observados que incluyen los feriados en el muestreo.

Existe una sola fila para realizar el proceso en la ventanilla de atención. Se realizó la simulación de la fase que involucra el Tiempo entre el Check In y la Liquidación de la ruta (Figura 17). En esta fase existe una sola persona para la atención del servicio.

Se utilizó el software Promodel para la simulación del modelo, donde se analizó con cuatro posibles escenarios:

1. Atención de la liquidación de la ruta con 1 liquidador.
2. Atención de la liquidación de la ruta con 2 liquidadores.
3. Atención de la liquidación de la ruta con 3 liquidadores.
4. Atención de la liquidación de la ruta con 4 liquidadores.

Las variables de entrada son:

- ✓ Tiempos de llegada a la cola;
- ✓ Tiempos de atención en ventanilla.

Las variables de estado son:

- ✓ El número de liquidadores.

Las variables de salida son:

- ✓ Entrada de personas y cantidad que fueron atendidas.
- ✓ Porcentaje de utilización de la ventanilla de liquidación.
- ✓ Tiempo de espera en la fila de la liquidación.
- ✓ Tiempo de liquidación de la ruta.
- ✓ Tiempo del cierre de la liquidación.

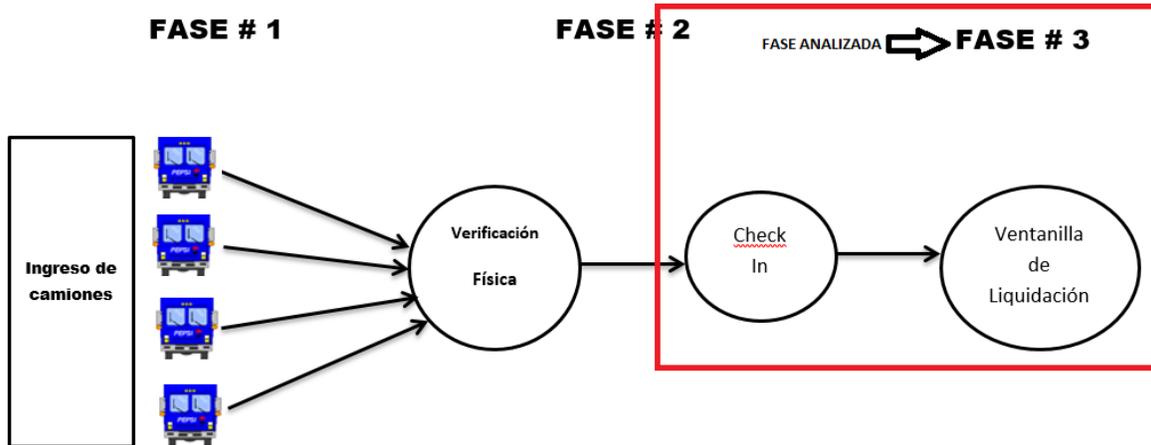


Figura 18: Fases del proceso de Liquidación de rutas

*Fuente: Distribuidora de Bebidas Gaseosas*

*Autor: Mariella Sánchez Carrillo*

## 4.1.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MODELO POR ESCENARIO

### 4.1.2.1 PRIMER ESCENARIO: ATENCIÓN EN LA VENTANILLA DE LIQUIDACIÓN CON UNA SOLA PERSONA

Desarrollando el modelo en Promodel con una sola persona para atención en la ventanilla de liquidación los resultados son los siguientes:

- Se realizan 46 entradas de las cuales solo son 19 personas atendidas.
- El porcentaje de utilización de la ventanilla de Liquidación es del 87.24%
- Al ingresar en la primera fase del proceso el tiempo de espera es de 27.50 minutos.
- El tiempo de espera en la cola es de 115.43 minutos equivalente a 1 hora con 92 minutos.
- Al liquidar la ruta el tiempo de espera es de 22.04 minutos.

Los resultados de la simulación son presentados en los anexos.

Analizando los resultados se observa que, con una sola persona en la atención de la liquidación, no se obtiene la atención total de las rutas que ingresan, así como el tiempo transcurrido al esperar posterior al ingreso del Check In en el sistema es extenso.

Además, el tiempo de la liquidación por ruta oscila casi media hora lo que implica que el tiempo de atención se extiende aún más.

Se continúa con la simulación para encontrar la cantidad de personas necesarias en la ventanilla de liquidación que optimice tiempos de atención y brindar un mejor servicio, así como la reducción de horas extras.

#### **4.1.2.2 SEGUNDO ESCENARIO: ATENCIÓN EN LA VENTANILLA DE LIQUIDACIÓN CON DOS PERSONAS**

En el segundo escenario los resultados son los siguientes:

- Existen 51 entradas de las cuales solo son 42 personas atendidas.
- El porcentaje de utilización de la ventanilla de Liquidación es del 83.20%
- En el primer ingreso el tiempo de espera es por 33.46 minutos.
- El tiempo de espera en la cola es de 57.06 minutos.
- La liquidación de la ruta toma 19.02 minutos.

Revisando los resultados se observa que la mayor cantidad posible de entradas son atendidas por los dos liquidadores.

Además, los tiempos de liquidación son reducidos con el incremento de otra persona, así como se optimiza el porcentaje de utilización de la ventanilla. El tiempo de espera de la cola disminuye a la mitad en relación al primer escenario.

Los clientes son atendidos a medida que van llegando a cada fase del proceso, utilizando el método FIFO. Los resultados se muestran en la Figura 19.

| General Report (Normal Run - Rep. 1)                |                     |                       |                        |                          |                 |                  |                  |               |  |
|---|---------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|-----------------|------------------|------------------|---------------|--|
| General   | Locations           | Location States Multi | Location States Single | Failed Arrivals          | Entity Activity | Entity States    |                  |               |  |
| TESIS MODELO2 ESCENARIO 2.MOD (Normal Run - Rep. 1) |                     |                       |                        |                          |                 |                  |                  |               |  |
| Name  | Scheduled Time (HR) | Capacity              | Total Entries          | Avg Time Per Entry (MIN) | Avg Contents    | Maximum Contents | Current Contents | % Utilization |  |
| LLEGADA   | 8,00                | 999999,00             | 51,00                  | 33,46                    | 3,55            | 8,00             | 1,00             | 0,00          |  |
| BODEGA  | 8,00                | 21,00                 | 50,00                  | 18,29                    | 1,91            | 6,00             | 2,00             | 9,07          |  |
| ENTRADA   | 8,00                | 999999,00             | 48,00                  | 0,03                     | 0,00            | 1,00             | 0,00             | 0,23          |  |
| COLA DE ESPERA                                      | 8,00                | 42,00                 | 48,00                  | 57,06                    | 5,71            | 10,00            | 6,00             | 13,59         |  |
| Loc16   | 8,00                | 1,00                  | 0,00                   | 0,00                     | 0,00            | 0,00             | 0,00             | 0,00          |  |
| LIQUIDACION.1                                       | 8,00                | 1,00                  | 25,00                  | 15,74                    | 0,82            | 1,00             | 1,00             | 81,96         |  |
| LIQUIDACION.2                                       | 8,00                | 1,00                  | 17,00                  | 23,84                    | 0,84            | 1,00             | 1,00             | 84,45         |  |
| LIQUIDACION   | 16,00               | 2,00                  | 42,00                  | 19,02                    | 0,83            | 2,00             | 2,00             | 83,20         |  |

**Figura 19: Modelo Optimización de tiempos para la Liquidación de rutas – Segundo escenario**

***Fuente: Distribuidora de Bebidas Gaseosas***

***Autor: Mariella Sánchez Carrillo***

### **4.1.2.3 TERCER ESCENARIO: ATENCIÓN EN LA VENTANILLA DE LIQUIDACIÓN CON TRES PERSONAS**

En el tercer escenario en el cual se realizó la simulación con tres personas en la atención de la ventanilla de liquidaciones los resultados son los siguientes:

- Existen 52 entradas de las cuales solo son 48 personas atendidas.
- El porcentaje de utilización de la ventanilla de Liquidación es del 69.13%
- En el primer ingreso el tiempo de espera es por 31.01 minutos.
- El tiempo de espera en la cola es de 24.53 minutos.
- La liquidación de la ruta toma 20.74 minutos.

Los clientes que ingresan son atendidos en su mayoría, sin embargo, el porcentaje de utilización de la ventanilla es desaprovechado ya que el uso solo es del 69.13%, lo que implica que existen dos liquidadores de tres atendiendo más clientes.

En el primer ingreso el tiempo de espera se reduce sin embargo los tiempos de liquidación en la ruta incrementa, es decir que el proceso toma más tiempo dado que dos liquidadores se encuentran más ocupados que el tercero, lo que implica que una persona es improductiva en la operación. Los resultados se muestran en la Figura 20:

| General  |                       |                        |                 |                          |               |                  |                  |               |  |
|--|-----------------------|------------------------|-----------------|--------------------------|---------------|------------------|------------------|---------------|--|
| Locations  | Location States Multi | Location States Single | Failed Arrivals | Entity Activity          | Entity States |                  |                  |               |  |
| <b>TESIS MODELO2 ESCENARIO 3.MOD (Normal Run - Rep. 1)</b> |                       |                        |                 |                          |               |                  |                  |               |  |
| Name   | Scheduled Time (HR)   | Capacity               | Total Entries   | Avg Time Per Entry (MIN) | Avg Contents  | Maximum Contents | Current Contents | % Utilization |  |
| LLEGADA  | 8,00                  | 999999,00              | 52,00           | 31,01                    | 3,36          | 8,00             | 3,00             | 0,00          |  |
| BODEGA   | 8,00                  | 21,00                  | 49,00           | 21,55                    | 2,20          | 7,00             | 0,00             | 10,47         |  |
| ENTRADA  | 8,00                  | 999999,00              | 49,00           | 0,03                     | 0,00          | 1,00             | 0,00             | 0,23          |  |
| COLA DE ESPERA   | 8,00                  | 42,00                  | 49,00           | 24,53                    | 2,50          | 6,00             | 1,00             | 5,96          |  |
| Loc16  | 8,00                  | 1,00                   | 0,00            | 0,00                     | 0,00          | 0,00             | 0,00             | 0,00          |  |
| LIQUIDACION.1  | 8,00                  | 1,00                   | 14,00           | 26,65                    | 0,78          | 1,00             | 0,00             | 77,72         |  |
| LIQUIDACION.2  | 8,00                  | 1,00                   | 20,00           | 15,72                    | 0,65          | 1,00             | 1,00             | 65,49         |  |
| LIQUIDACION.3  | 8,00                  | 1,00                   | 14,00           | 22,00                    | 0,64          | 1,00             | 0,00             | 64,18         |  |
| LIQUIDACION  | 24,00                 | 3,00                   | 48,00           | 20,74                    | 0,69          | 3,00             | 1,00             | 69,13         |  |

**Figura 20: Modelo Optimización de tiempos para la Liquidación de rutas – Tercer escenario**

***Fuente: Distribuidora de Bebidas Gaseosas***

***Autor: Mariella Sánchez Carrillo***

#### **4.1.2.4 CUARTO ESCENARIO: ATENCIÓN EN LA VENTANILLA DE LIQUIDACIÓN CON UNA CUATRO PERSONAS**

Los resultados que se obtienen en el cuarto escenario son los siguientes:

- Existen 46 entradas de las cuales solo son 41 personas atendidas.
- El porcentaje de utilización de la ventanilla de Liquidación es del 36.52%
- En el primer ingreso el tiempo de espera es por 29.62 minutos.
- El tiempo de espera en la cola es de 22.14 minutos.
- La liquidación de la ruta toma 17.10 minutos.

Los tiempos disminuyen considerable en relación a los 3 primeros escenarios presentados, tiempos de espera en el ingreso, en la cola, y en la ventanilla de atención al liquidar.

Sin embargo, el porcentaje de utilización de la ventanilla de Liquidación disminuye dado que no todas las personas están siendo productivas, es decir el liquidador 1 se sobre carga de trabajo para optimizar tiempos, escenario que no es el mejor según los resultados analizados.

El mejor escenario debe ir acompañado con la eficiencia en el uso de la ventanilla de liquidaciones. Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 21:

| TESIS MODELO2 ESCENARIO 4.MOD (Normal Run - Rep. 1) |                     |           |               |                          |              |                  |                  |               |  |
|---|---------------------|-----------|---------------|--------------------------|--------------|------------------|------------------|---------------|--|
| Name  | Scheduled Time (HR) | Capacity  | Total Entries | Avg Time Per Entry (MIN) | Avg Contents | Maximum Contents | Current Contents | % Utilization |  |
| LLEGADA   | 8,00                | 999999,00 | 46,00         | 29,62                    | 2,84         | 7,00             | 0,00             | 0,00          |  |
| BODEGA  | 8,00                | 21,00     | 46,00         | 19,62                    | 1,88         | 6,00             | 2,00             | 8,95          |  |
| ENTRADA   | 8,00                | 999999,00 | 44,00         | 0,03                     | 0,00         | 1,00             | 0,00             | 0,21          |  |
| COLA DE ESPERA                                      | 8,00                | 42,00     | 44,00         | 22,14                    | 2,03         | 8,00             | 3,00             | 4,83          |  |
| Loc16   | 8,00                | 1,00      | 0,00          | 0,00                     | 0,00         | 0,00             | 0,00             | 0,00          |  |
| LIQUIDACION.1                                       | 8,00                | 1,00      | 17,00         | 17,99                    | 0,64         | 1,00             | 1,00             | 63,70         |  |
| LIQUIDACION.2                                       | 8,00                | 1,00      | 12,00         | 13,60                    | 0,34         | 1,00             | 0,00             | 34,00         |  |
| LIQUIDACION.3                                       | 8,00                | 1,00      | 6,00          | 19,07                    | 0,24         | 1,00             | 0,00             | 23,83         |  |
| LIQUIDACION.4                                       | 8,00                | 1,00      | 6,00          | 19,63                    | 0,25         | 1,00             | 0,00             | 24,54         |  |
| LIQUIDACION   | 32,00               | 4,00      | 41,00         | 17,10                    | 0,37         | 4,00             | 1,00             | 36,52         |  |

**Figura 21: Modelo Optimización de tiempos para la Liquidación de rutas – Cuarto escenario**

**Fuente: Distribuidora de Bebidas Gaseosas**

**Autor: Mariella Sánchez Carrillo**

## 4.2 EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN OBJETIVO

La función objetivo ayudará a la medición del gasto en horas extras que genera a la Distribuidora de Bebidas Gaseosas mantener una sola persona atendiendo que cuenta con sobre carga de trabajo, lo que nos lleva a evaluar la cantidad de personas indicadas en la ventanilla.

$$F.O = [(CDL * SB * HE) + (SBM * LIQ)] - \% USO * [(CDL * SB * HE) + (SBM * LIQ)]$$

Las variables se determinaron de la siguiente manera:

CDL= Cantidad de días laborables

SB= Sueldo básico (medido en horas)

HE= Horas Extras

SBM= Sueldo Básico Mensual

LIQ= Cantidad de Liquidadores

% USO = % Uso de las ventanillas de liquidación.

El resultado de la función permitirá determinar el costo para que los clientes esperen un tiempo óptimo, sin poner en riesgo la eficiencia en la utilización de los recursos (liquidadores), como se observa en la Tabla 8.

**Tabla 8: Resultados de Horas Extras en la Función Objetivo**

| # LIQUIDADORES          | CDL | SBH  | HE    | SBM | LIQ | % USO  | TOTAL       | TOTAL DIARIO |
|-------------------------|-----|------|-------|-----|-----|--------|-------------|--------------|
| CON UN LIQUIDADOR       | 26  | 2.16 | 85.00 | 450 | 1   | 87.24% | \$ 667.51   | \$ 25.67     |
| CON DOS LIQUIDADORES    | 26  | 2.16 | 42.50 | 450 | 2   | 83.20% | \$ 552.83   | \$ 21.26     |
| CON TRES LIQUIDADORES   | 26  | 2.16 | 28.33 | 450 | 3   | 69.13% | \$ 908.74   | \$ 34.95     |
| CON CUATRO LIQUIDADORES | 26  | 2.16 | 21.25 | 450 | 4   | 36.52% | \$ 1,901.42 | \$ 73.13     |

*Fuente: Distribuidora de Bebidas gaseosas*

*Autor: Mariella Sánchez Carrillo*

Se consideró el porcentaje de uso de la ventanilla de liquidación, con el fin de medir cuanto realmente se está sobre pagando, por lo tanto, se resta el buen uso de los recursos.

De esta manera se evidenciará cuando se sobre paga en cada escenario diferente presentado.

Las variables que se encuentran en la función objetivo corresponden a la diferencia entre el tiempo total que el liquidador utiliza para atención diaria a las rutas de entrega que llegan Distribuidora de Bebidas y el tiempo de atención del horario normal de trabajo.

A medida que se incrementa el número de liquidadores, el tiempo extra de atención a los liquidadores disminuye por lo que es importante que también analicemos la productividad de los liquidadores en cada escenario.

En el escenario dos presentado en el capítulo tres, se observa que con dos liquidadores la optimización de tiempos se cumple, por lo que el restar el porcentaje de uso de la ventanilla del valor que se sobre paga con más personal, nos ayuda a obtener un valor real del salario.

El resultado de la función objetivo se observa en la Figura 22, demostrando que el mejor escenario es con dos liquidadores:



Figura 22: Gráfico de Análisis del Costo de Horas Extras en función a la cantidad de liquidadores existentes

*Fuente: Distribuidora de Bebidas Gaseosas*

## **CAPÍTULO V**

### **5.1 CONCLUSIONES**

- Actualmente el tiempo promedio de atención al cliente en la ventanilla de liquidaciones es de 42 minutos con una desviación estándar de 30 minutos lo que nos muestra el colapso en la parte final del proceso de la liquidación.
- Con los resultados obtenidos se observa que un liquidador no es suficiente para atender la cantidad de rutas y carga operativa que se presenta a diario en la Distribuidora de Bebidas.
- La simulación fue realizada con el fin de obtener datos que permitan contar con una visión clara sobre la cantidad de liquidadores necesarios para el proceso, dado que la Distribuidora de Bebidas en las demás Agencias del país no cuentan con un estándar en la cantidad de personal que debe existir por cada operación.
- La mejor opción es contar con dos liquidadores que atiendan la liquidación de rutas, dado que se balancea la carga operativa, así como se optimizan tiempos. Esta solución fue validada por el resultado obtenido del análisis en la función objetivo para cálculo de costos en horas extras, el cual presentó como mejor resultado la atención con dos liquidadores en la ventanilla, siendo el mejor escenario.

- Al contar con dos personas el tiempo promedio de liquidación es de 19.02 minutos, la reducción es del 17% por cada ruta atendida.
- No se consideran los demás escenarios presentados, atención con tres o cuatro liquidadores en la ventanilla porque los resultados en productividad y eficiencia de atención en la ventanilla fueron bajos, apenas alcanzaron el 69.13% y 36.52%.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Es importante que la Distribuidora de Bebidas Gaseosas considere estandarizar la cantidad de personal necesario para la operación en cada punto de atención existente en el país, dado que no existe un análisis de balance de carga operativa cuando se cuenta con la información para su desarrollo.
- Se recomienda utilizar esta herramienta como un medio de mejora para la optimización de tiempo existente en la operación de la Distribuidora de Bebidas Gaseosas.
- Se recomienda que el mismo análisis se realice para la atención en bodega en las dos fases existentes.

- Se debería analizar el tiempo de horas extras generadas con una sola persona en la atención de la liquidación de rutas para decidir si es importante que una sola persona continúe realizando el proceso, o se tome la decisión de contratar personal adicional que reduzca horas extras y optimice tiempos como se muestra en el análisis realizado.
  
- Se recomienda que una vez analizado el mejor escenario, se considere si el colaborador no cumple con sus 8 horas diarias de trabajo dada la optimización de tiempos, si este fuera el caso, los horarios de trabajo del colaborador deben ser modificados y el tiempo que tendrá libre podrá utilizarlo en otras funciones de su área de trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

Enrico Zio (2013): The Monte Carlo Simulation Method for System Reliability and Risk Analysis, Editorial: Hoang Pham.

David M. Himmelblau y Kenneth B. Bischoff (1962): Análisis y Simulación de procesos, Editorial: Reverte.

Dirk P. Kroese, Thomas Taimre, Zdravko I. Botev, Reuven Y. Rubinstein: Simulation and the Monte Carlo Method (2008), Segunda Edición, Editorial: John Wiley & Sons, Inc.

Andrés Ramos, Pedro Sánchez, José María Ferrer: Modelos Matemáticos de Optimización (2010), Editorial: Universidad Pontificia ICAI – INCADE Comillas Madrid.

DeGroot, M.H. (1988). Probabilidad y Estadística. (2ª Ed.), Addison-Wesley Iberoamericana.

Mónica Martínez (2010): La Distribución Poisson, Dep. de Estadística Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, Editorial: Universidad Politécnica de Valencia.

Prof. Lic. Gabriel Leandro (2012): Líneas de Espera: Teoría de Colas, Editorial: Aula de Economía.

José Pedro García (2015): Aplicando teoría de colas en Dirección de Operaciones, Editorial: Universidad Politécnica de Valencia.

Francisco Montes (2004): Análisis de la varianza ANOVA, Departamento de Estadística, Editorial: Universidad Politécnica de Valencia.

# **ANEXOS**

Anexo # 1: Simulación Montecarlo – Fase 1

| T1      |         |         |            |         | Aleatorio | Simulación Montecarlo |
|---------|---------|---------|------------|---------|-----------|-----------------------|
| x       | p(x)    | F(x)    | Intervalos |         |           |                       |
| 0.00:00 | 0.01:02 | 0.01:02 | 0.00:00    | 0.01:02 | 5.22:17   | 0:10:00               |
| 0.01:00 | 0.01:02 | 0.02:04 | 0.01:02    | 0.02:04 | 8.12:01   | 0:10:00               |
| 0.02:00 | 0.01:02 | 0.03:06 | 0.02:04    | 0.03:06 | 12.35:28  | 0:24:00               |
| 0.03:00 | 0.01:02 | 0.04:09 | 0.03:06    | 0.04:09 | 1.51:54   | 0:08:00               |
| 0.04:00 | 0.01:02 | 0.05:11 | 0.04:09    | 0.05:11 | 6.49:53   | 0:16:00               |
| 0.05:00 | 0.01:02 | 0.06:13 | 0.05:11    | 0.06:13 | 1.23:53   | 0:07:00               |
| 0.06:00 | 0.01:02 | 0.07:15 | 0.06:13    | 0.07:15 | 23.03:38  | 1:12:00               |
| 0.08:00 | 0.01:02 | 0.08:17 | 0.07:15    | 0.08:17 | 7.49:52   | 0:17:00               |
| 0.09:00 | 0.01:02 | 0.09:19 | 0.08:17    | 0.09:19 | 19.14:47  | 0:39:00               |
| 0.10:00 | 0.01:02 | 0.10:22 | 0.09:19    | 0.10:22 | 15.42:50  | 0:30:00               |
| 0.11:00 | 0.01:02 | 0.11:24 | 0.10:22    | 0.11:24 | 5.41:18   | 0:14:00               |
| 0.12:00 | 0.01:02 | 0.12:26 | 0.11:24    | 0.12:26 | 19.17:40  | 0:40:00               |
| 0.13:00 | 0.01:02 | 0.13:28 | 0.12:26    | 0.13:28 | 17.09:22  | 0:35:00               |
| 0.14:00 | 0.01:02 | 0.14:30 | 0.13:28    | 0.14:30 | 23.16:43  | 1:20:00               |
| 0.15:00 | 0.01:02 | 0.15:32 | 0.14:30    | 0.15:32 | 0.02:55   | 0:02:00               |
| 0.16:00 | 0.01:02 | 0.16:35 | 0.15:32    | 0.16:35 | 14.03:16  | 0:27:00               |
| 0.17:00 | 0.01:02 | 0.17:37 | 0.16:35    | 0.17:37 | 7.02:46   | 0:16:00               |
| 0.18:00 | 0.01:02 | 0.18:39 | 0.17:37    | 0.18:39 | 6.09:53   | 0:15:00               |
| 0.19:00 | 0.01:02 | 0.19:41 | 0.18:39    | 0.19:41 | 15.31:38  | 0:26:00               |
| 0.20:00 | 0.01:02 | 0.20:43 | 0.19:41    | 0.20:43 | 7.56:16   | 0:18:00               |
| 0.21:00 | 0.01:02 | 0.21:45 | 0.20:43    | 0.21:45 | 12.52:48  | 0:25:00               |
| 0.22:00 | 0.01:02 | 0.22:47 | 0.21:45    | 0.22:47 | 9.30:43   | 0:20:00               |
| 0.23:00 | 0.01:02 | 0.23:50 | 0.22:47    | 0.23:50 | 12.35:27  | 0:24:00               |
| 0.24:00 | 0.01:02 | 0.24:52 | 0.23:50    | 0.24:52 | 7.53:24   | 0:17:00               |
| 0.25:00 | 0.01:02 | 0.25:54 | 0.24:52    | 0.25:54 | 12.19:38  | 0:23:00               |
| 0.26:00 | 0.01:02 | 0.26:56 | 0.25:54    | 0.26:56 | 15.32:18  | 0:30:00               |
| 0.27:00 | 0.01:02 | 0.27:58 | 0.26:56    | 0.27:58 | 22.34:51  | 1:03:00               |
| 0.28:00 | 0.01:02 | 0.29:00 | 0.27:58    | 0.29:00 | 5.17:18   | 0:13:00               |
| 0.29:00 | 0.01:02 | 0.30:03 | 0.29:00    | 0.30:03 | 7.46:18   | 0:17:00               |
| 0.30:00 | 0.01:02 | 0.31:05 | 0.30:03    | 0.31:05 | 21.14:07  | 0:49:00               |
| 0.31:00 | 0.01:02 | 0.32:07 | 0.31:05    | 0.32:07 | 0.53:29   | 0:06:00               |
| 0.32:00 | 0.01:02 | 0.33:09 | 0.32:07    | 0.33:09 | 17.09:52  | 0:32:00               |
| 0.33:00 | 0.01:02 | 0.34:11 | 0.33:09    | 0.34:11 | 17.04:11  | 0:32:00               |
| 0.34:00 | 0.01:02 | 0.35:13 | 0.34:11    | 0.35:13 | 5.33:19   | 0:14:00               |
| 0.35:00 | 0.01:02 | 0.36:16 | 0.35:13    | 0.36:16 | 22.11:48  | 0:58:00               |
| 0.36:00 | 0.01:02 | 0.37:18 | 0.36:16    | 0.37:18 | 0.07:40   | 0:05:00               |
| 0.37:00 | 0.01:02 | 0.38:20 | 0.37:18    | 0.38:20 | 9.16:52   | 0:19:00               |
| 0.38:00 | 0.01:02 | 0.39:22 | 0.38:20    | 0.39:22 | 6.49:59   | 0:16:00               |
| 0.39:00 | 0.01:02 | 0.40:24 | 0.39:22    | 0.40:24 | 17.48:13  | 0:35:00               |
| 0.40:00 | 0.01:02 | 0.41:26 | 0.40:24    | 0.41:26 | 6.44:40   | 0:16:00               |
| 0.41:00 | 0.01:02 | 0.42:28 | 0.41:26    | 0.42:28 | 5.28:44   | 0:13:00               |
| 0.42:00 | 0.01:02 | 0.43:31 | 0.42:28    | 0.43:31 | 1.19:37   | 0:07:00               |
| 0.43:00 | 0.01:02 | 0.44:33 | 0.43:31    | 0.44:33 | 4.32:51   | 0:12:00               |
| 0.44:00 | 0.01:02 | 0.45:35 | 0.44:33    | 0.45:35 | 22.44:36  | 1:05:00               |
| 0.45:00 | 0.01:02 | 0.46:37 | 0.45:35    | 0.46:37 | 8.08:08   | 0:18:00               |
| 0.46:00 | 0.01:02 | 0.47:39 | 0.46:37    | 0.47:39 | 2.10:31   | 0:09:00               |
| 0.47:00 | 0.01:02 | 0.48:41 | 0.47:39    | 0.48:41 | 10.11:50  | 0:20:00               |
| 0.48:00 | 0.01:02 | 0.49:44 | 0.48:41    | 0.49:44 | 19.55:35  | 0:43:00               |
| 0.49:00 | 0.01:02 | 0.50:46 | 0.49:44    | 0.50:46 | 6.50:57   | 0:16:00               |
| 0.50:00 | 0.01:02 | 0.51:48 | 0.50:46    | 0.51:48 | 5.26:57   | 0:13:00               |
| 0.51:00 | 0.01:02 | 0.52:50 | 0.51:48    | 0.52:50 | 10.56:35  | 0:21:00               |
| 0.52:00 | 0.01:02 | 0.53:52 | 0.51:48    | 0.52:50 | 10.56:35  | 0:21:00               |
| 0.53:00 | 0.01:02 | 0.53:52 | 0.52:50    | 0.53:52 | 16.34:20  | 0:31:00               |

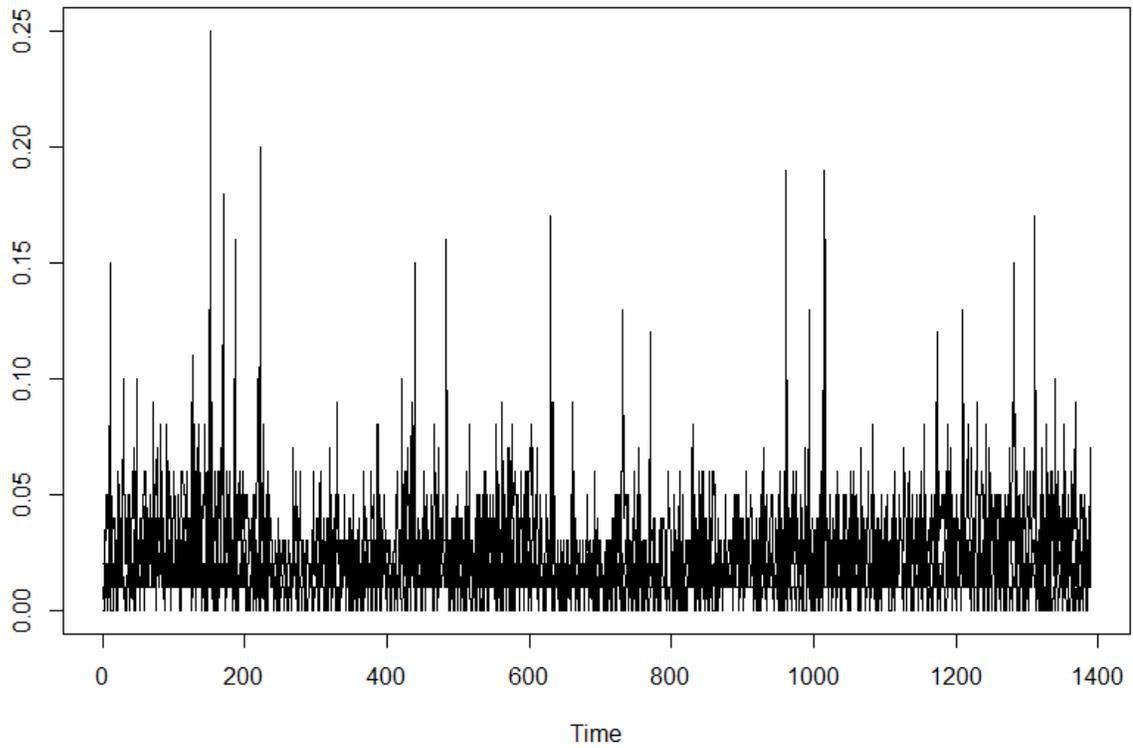
Anexo # 2: Simulación Montecarlo – Fase 2

| T2      |         |         |            |         |  |           |                       |
|---------|---------|---------|------------|---------|--|-----------|-----------------------|
| x       | p(x)    | F(x)    | Intervalos |         |  | Aleatorio | Simulación Montecarlo |
| 0:05:00 | 0:01:02 | 0:01:02 | 0:05:00    | 0:01:02 |  | 4:42:23   | 0:24:00               |
| 0:05:00 | 0:01:02 | 0:02:04 | 0:01:02    | 0:02:04 |  | 6:15:00   | 0:16:00               |
| 0:18:00 | 0:01:02 | 0:03:06 | 0:02:04    | 0:03:06 |  | 21:20:08  | 0:24:00               |
| 0:24:00 | 0:01:02 | 0:04:08 | 0:03:06    | 0:04:08 |  | 21:47:47  | 0:07:00               |
| 0:19:00 | 0:01:02 | 0:05:11 | 0:04:08    | 0:05:11 |  | 10:39:26  | 0:15:00               |
| 0:14:00 | 0:01:02 | 0:06:13 | 0:05:11    | 0:06:13 |  | 19:53:35  | 0:15:00               |
| 0:20:00 | 0:01:02 | 0:07:15 | 0:06:13    | 0:07:15 |  | 3:19:32   | 0:26:00               |
| 0:07:00 | 0:01:02 | 0:08:17 | 0:07:15    | 0:08:17 |  | 23:10:41  | 0:01:00               |
| 0:15:00 | 0:01:02 | 0:09:19 | 0:08:17    | 0:09:19 |  | 3:25:48   | 0:31:00               |
| 0:08:00 | 0:01:02 | 0:10:22 | 0:09:19    | 0:10:22 |  | 23:58:55  | 0:14:00               |
| 0:32:00 | 0:01:02 | 0:11:24 | 0:10:22    | 0:11:24 |  | 11:30:26  | 0:09:00               |
| 0:03:00 | 0:01:02 | 0:12:26 | 0:11:24    | 0:12:26 |  | 2:58:54   | 0:30:00               |
| 0:04:00 | 0:01:02 | 0:13:28 | 0:12:26    | 0:13:28 |  | 16:26:59  | 0:23:00               |
| 0:05:00 | 0:01:02 | 0:14:30 | 0:13:28    | 0:14:30 |  | 8:54:46   | 0:21:00               |
| 0:07:00 | 0:01:02 | 0:15:32 | 0:14:30    | 0:15:32 |  | 1:35:58   | 0:10:00               |
| 0:24:00 | 0:01:02 | 0:16:35 | 0:15:32    | 0:16:35 |  | 10:53:02  | 0:10:00               |
| 0:08:00 | 0:01:02 | 0:17:37 | 0:16:35    | 0:17:37 |  | 20:31:16  | 1:52:00               |
| 0:31:00 | 0:01:02 | 0:18:39 | 0:17:37    | 0:18:39 |  | 21:49:16  | 1:05:00               |
| 0:33:00 | 0:01:02 | 0:19:41 | 0:18:39    | 0:19:41 |  | 13:40:45  | 0:05:00               |
| 0:16:00 | 0:01:02 | 0:20:43 | 0:19:41    | 0:20:43 |  | 17:53:48  | 0:21:00               |
| 0:03:00 | 0:01:02 | 0:21:45 | 0:20:43    | 0:21:45 |  | 16:50:46  | 0:16:00               |
| 0:19:00 | 0:01:02 | 0:22:47 | 0:21:45    | 0:22:47 |  | 12:14:37  | 0:08:00               |
| 0:23:00 | 0:01:02 | 0:23:50 | 0:22:47    | 0:23:50 |  | 1:26:27   | 0:09:00               |
| 0:10:00 | 0:01:02 | 0:24:52 | 0:23:50    | 0:24:52 |  | 19:50:42  | 0:43:00               |
| 1:05:00 | 0:01:02 | 0:25:54 | 0:24:52    | 0:25:54 |  | 8:16:53   | 0:33:00               |
| 0:13:00 | 0:01:02 | 0:26:56 | 0:25:54    | 0:26:56 |  | 19:43:14  | 0:28:00               |
| 1:13:00 | 0:01:02 | 0:27:58 | 0:26:56    | 0:27:58 |  | 22:47:07  | 0:00:00               |
| 0:10:00 | 0:01:02 | 0:29:00 | 0:27:58    | 0:29:00 |  | 21:39:27  | 0:05:00               |
| 0:13:00 | 0:01:02 | 0:30:03 | 0:29:00    | 0:30:03 |  | 3:00:20   | 0:40:00               |
| 0:10:00 | 0:01:02 | 0:31:05 | 0:30:03    | 0:31:05 |  | 13:26:33  | 0:26:00               |
| 0:07:00 | 0:01:02 | 0:32:07 | 0:31:05    | 0:32:07 |  | 19:30:10  | 0:05:00               |
| 0:03:00 | 0:01:02 | 0:33:09 | 0:32:07    | 0:33:09 |  | 17:23:05  | 0:03:00               |
| 0:07:00 | 0:01:02 | 0:34:11 | 0:33:09    | 0:34:11 |  | 19:12:22  | 0:23:00               |
| 0:13:00 | 0:01:02 | 0:35:13 | 0:34:11    | 0:35:13 |  | 23:38:25  | 0:21:00               |
| 0:15:00 | 0:01:02 | 0:36:16 | 0:35:13    | 0:36:16 |  | 5:45:28   | 0:08:00               |
| 0:12:00 | 0:01:02 | 0:37:18 | 0:36:16    | 0:37:18 |  | 6:07:51   | 0:03:00               |
| 0:17:00 | 0:01:02 | 0:38:20 | 0:37:18    | 0:38:20 |  | 7:41:09   | 0:13:00               |
| 1:18:00 | 0:01:02 | 0:39:22 | 0:38:20    | 0:39:22 |  | 0:45:15   | 0:02:00               |
| 0:30:00 | 0:01:02 | 0:40:24 | 0:39:22    | 0:40:24 |  | 23:27:46  | 0:07:00               |
| 0:30:00 | 0:01:02 | 0:41:26 | 0:40:24    | 0:41:26 |  | 6:59:20   | 0:17:00               |
| 0:09:00 | 0:01:02 | 0:42:28 | 0:41:26    | 0:42:28 |  | 7:37:10   | 0:05:00               |
| 0:25:00 | 0:01:02 | 0:43:31 | 0:42:28    | 0:43:31 |  | 4:33:52   | 0:11:00               |
| 0:17:00 | 0:01:02 | 0:44:33 | 0:43:31    | 0:44:33 |  | 7:25:26   | 0:11:00               |
| 0:02:00 | 0:01:02 | 0:45:35 | 0:44:33    | 0:45:35 |  | 5:40:01   | 0:06:00               |
| 0:31:00 | 0:01:02 | 0:46:37 | 0:45:35    | 0:46:37 |  | 23:01:47  | 0:07:00               |
| 0:03:00 | 0:01:02 | 0:47:39 | 0:46:37    | 0:47:39 |  | 17:35:13  | 0:12:00               |
| 0:06:00 | 0:01:02 | 0:48:41 | 0:47:39    | 0:48:41 |  | 22:23:29  | 0:30:00               |
| 2:26:00 | 0:01:02 | 0:49:44 | 0:48:41    | 0:49:44 |  | 11:15:13  | 0:15:00               |
| 0:25:00 | 0:01:02 | 0:50:46 | 0:49:44    | 0:50:46 |  | 5:25:28   | 0:31:00               |
| 0:16:00 | 0:01:02 | 0:51:48 | 0:50:46    | 0:51:48 |  | 18:43:39  | 0:17:00               |
| 0:11:00 | 0:01:02 | 0:52:50 | 0:51:48    | 0:52:50 |  | 6:46:48   | 0:32:00               |

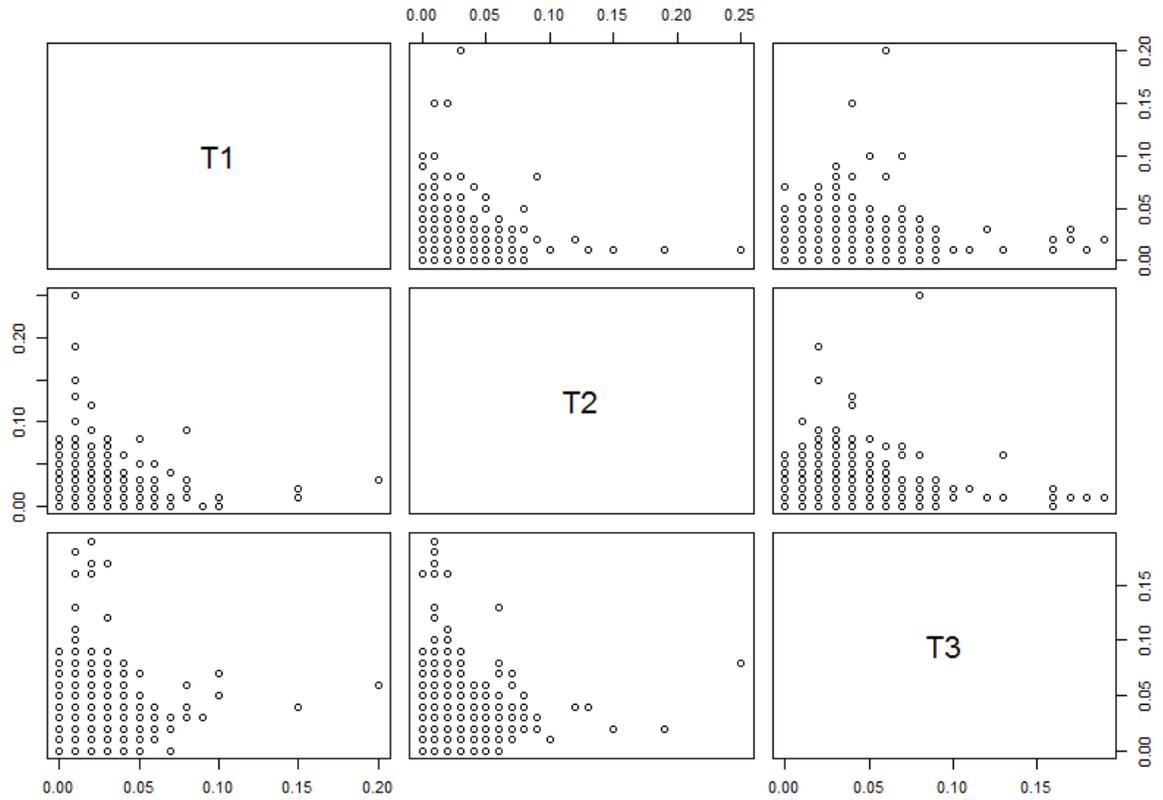
**Anexo # 3: Simulación Montecarlo – Fase 3**

| T3      |          |          |            |          |           |                       |
|---------|----------|----------|------------|----------|-----------|-----------------------|
| x       | p(x)     | F(x)     | Intervalos |          | Aleatorio | Simulación Montecarlo |
| 0:00:00 | 0:01:02  | 0:01:02  | 0:00:00    | 0:01:02  | 11:10:40  | 0:02:00               |
| 0:01:00 | 1:01:02  | 1:01:02  | 0:01:02    | 1:01:02  | 8:58:34   | 0:01:00               |
| 0:01:00 | 2:01:02  | 2:01:02  | 1:01:02    | 2:01:02  | 14:53:52  | 0:02:00               |
| 0:01:00 | 3:01:02  | 3:01:02  | 2:01:02    | 3:01:02  | 16:58:51  | 0:02:00               |
| 0:01:00 | 4:01:02  | 4:01:02  | 3:01:02    | 4:01:02  | 8:18:57   | 0:01:00               |
| 0:01:00 | 5:01:02  | 5:01:02  | 4:01:02    | 5:01:02  | 14:41:29  | 0:02:00               |
| 0:01:00 | 6:01:02  | 6:01:02  | 5:01:02    | 6:01:02  | 6:19:29   | 0:01:00               |
| 0:01:00 | 7:01:02  | 7:01:02  | 6:01:02    | 7:01:02  | 13:36:50  | 0:02:00               |
| 0:01:00 | 8:01:02  | 8:01:02  | 7:01:02    | 8:01:02  | 16:18:37  | 0:02:00               |
| 0:01:00 | 9:01:02  | 9:01:02  | 8:01:02    | 9:01:02  | 5:39:25   | 0:01:00               |
| 0:01:00 | 10:01:02 | 10:01:02 | 9:01:02    | 10:01:02 | 13:49:31  | 0:02:00               |
| 0:02:00 | 11:01:02 | 11:01:02 | 10:01:02   | 11:01:02 | 1:04:42   | 0:01:00               |
| 0:02:00 | 12:01:02 | 12:01:02 | 11:01:02   | 12:01:02 | 10:09:44  | 0:02:00               |
| 0:02:00 | 13:01:02 | 13:01:02 | 12:01:02   | 13:01:02 | 18:51:44  | 0:02:00               |
| 0:02:00 | 14:01:02 | 14:01:02 | 13:01:02   | 14:01:02 | 12:14:10  | 0:02:00               |
| 0:02:00 | 15:01:02 | 15:01:02 | 14:01:02   | 15:01:02 | 5:30:45   | 0:01:00               |
| 0:02:00 | 16:01:02 | 16:01:02 | 15:01:02   | 16:01:02 | 4:26:37   | 0:01:00               |
| 0:02:00 | 17:01:02 | 17:01:02 | 16:01:02   | 17:01:02 | 7:10:11   | 0:01:00               |
| 0:02:00 | 18:01:02 | 18:01:02 | 17:01:02   | 18:01:02 | 7:56:26   | 0:01:00               |
| 0:02:00 | 19:01:02 | 19:01:02 | 18:01:02   | 19:01:02 | 4:34:07   | 0:01:00               |
| 0:03:00 | 20:01:02 | 20:01:02 | 19:01:02   | 20:01:02 | 11:45:42  | 0:02:00               |
| 0:03:00 | 21:01:02 | 21:01:02 | 20:01:02   | 21:01:02 | 12:35:59  | 0:02:00               |
| 0:03:00 | 22:01:02 | 22:01:02 | 21:01:02   | 22:01:02 | 1:41:04   | 0:01:00               |
| 0:03:00 | 23:01:02 | 23:01:02 | 22:01:02   | 23:01:02 | 7:18:17   | 0:01:00               |
| 0:03:00 | 0:01:02  | 0:01:02  | 23:01:02   | 0:01:02  | 0:53:44   | 0:01:00               |
| 0:03:00 | 1:01:02  | 1:01:02  | 0:01:02    | 1:01:02  | 7:04:37   | 0:01:00               |
| 0:03:00 | 2:01:02  | 2:01:02  | 1:01:02    | 2:01:02  | 9:17:54   | 0:01:00               |
| 0:03:00 | 3:01:02  | 3:01:02  | 2:01:02    | 3:01:02  | 21:21:24  | 0:03:00               |
| 0:03:00 | 4:01:02  | 4:01:02  | 3:01:02    | 4:01:02  | 7:38:52   | 0:01:00               |
| 0:04:00 | 5:01:02  | 5:01:02  | 4:01:02    | 5:01:02  | 13:46:45  | 0:02:00               |
| 0:04:00 | 6:01:02  | 6:01:02  | 5:01:02    | 6:01:02  | 3:53:16   | 0:01:00               |
| 0:04:00 | 7:01:02  | 7:01:02  | 6:01:02    | 7:01:02  | 17:35:50  | 0:02:00               |
| 0:04:00 | 8:01:02  | 8:01:02  | 7:01:02    | 8:01:02  | 8:34:12   | 0:01:00               |
| 0:04:00 | 9:01:02  | 9:01:02  | 8:01:02    | 9:01:02  | 16:54:19  | 0:02:00               |
| 0:04:00 | 10:01:02 | 10:01:02 | 9:01:02    | 10:01:02 | 2:09:11   | 0:01:00               |
| 0:04:00 | 11:01:02 | 11:01:02 | 10:01:02   | 11:01:02 | 20:01:32  | 0:03:00               |
| 0:04:00 | 12:01:02 | 12:01:02 | 11:01:02   | 12:01:02 | 2:50:42   | 0:01:00               |
| 0:04:00 | 13:01:02 | 13:01:02 | 12:01:02   | 13:01:02 | 14:55:53  | 0:02:00               |
| 0:04:00 | 14:01:02 | 14:01:02 | 13:01:02   | 14:01:02 | 8:55:06   | 0:01:00               |
| 0:04:00 | 15:01:02 | 15:01:02 | 14:01:02   | 15:01:02 | 22:09:02  | 0:03:00               |
| 0:04:00 | 16:01:02 | 16:01:02 | 15:01:02   | 16:01:02 | 3:19:52   | 0:01:00               |
| 0:04:00 | 17:01:02 | 17:01:02 | 16:01:02   | 17:01:02 | 20:25:45  | 0:03:00               |
| 0:04:00 | 18:01:02 | 18:01:02 | 17:01:02   | 18:01:02 | 16:51:37  | 0:02:00               |
| 0:05:00 | 19:01:02 | 19:01:02 | 18:01:02   | 19:01:02 | 5:05:12   | 0:01:00               |
| 0:05:00 | 20:01:02 | 20:01:02 | 19:01:02   | 20:01:02 | 9:48:13   | 0:01:00               |
| 0:05:00 | 21:01:02 | 21:01:02 | 20:01:02   | 21:01:02 | 19:25:45  | 0:03:00               |
| 0:05:00 | 22:01:02 | 22:01:02 | 21:01:02   | 22:01:02 | 15:32:04  | 0:02:00               |
| 0:05:00 | 23:01:02 | 23:01:02 | 22:01:02   | 23:01:02 | 5:46:20   | 0:01:00               |
| 0:05:00 | 0:01:02  | 0:01:02  | 23:01:02   | 0:01:02  | 7:18:21   | 0:01:00               |
| 0:05:00 | 1:01:02  | 1:01:02  | 0:01:02    | 1:01:02  | 14:27:43  | 0:02:00               |
| 0:05:00 | 2:01:02  | 2:01:02  | 1:01:02    | 2:01:02  | 13:26:07  | 0:02:00               |

**Anexo # 4: Histograma en R – Resultados de los Tiempos de Liquidación en rutas de Distribución de Bebidas Gaseosas**



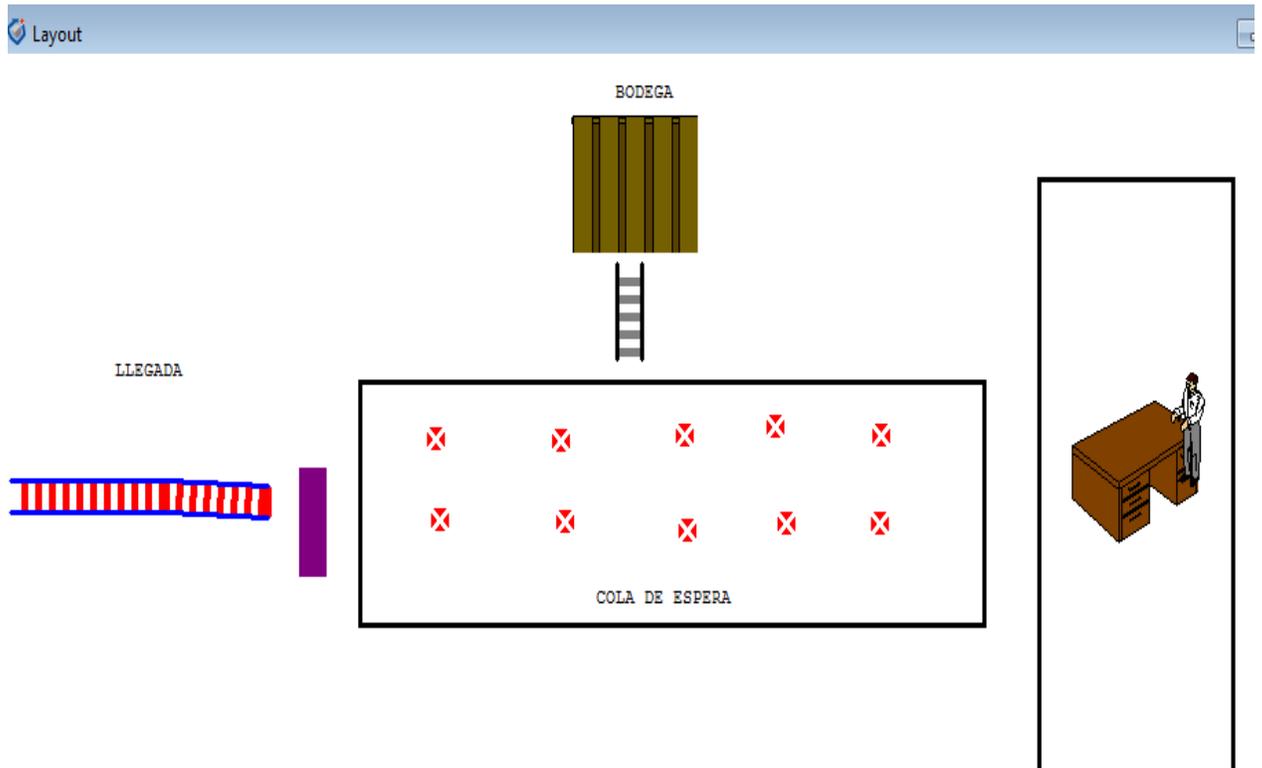
Anexo # 5: Histograma en R – Resultados de los Tiempos de Liquidación en rutas  
de Distribución de Bebidas Gaseosas



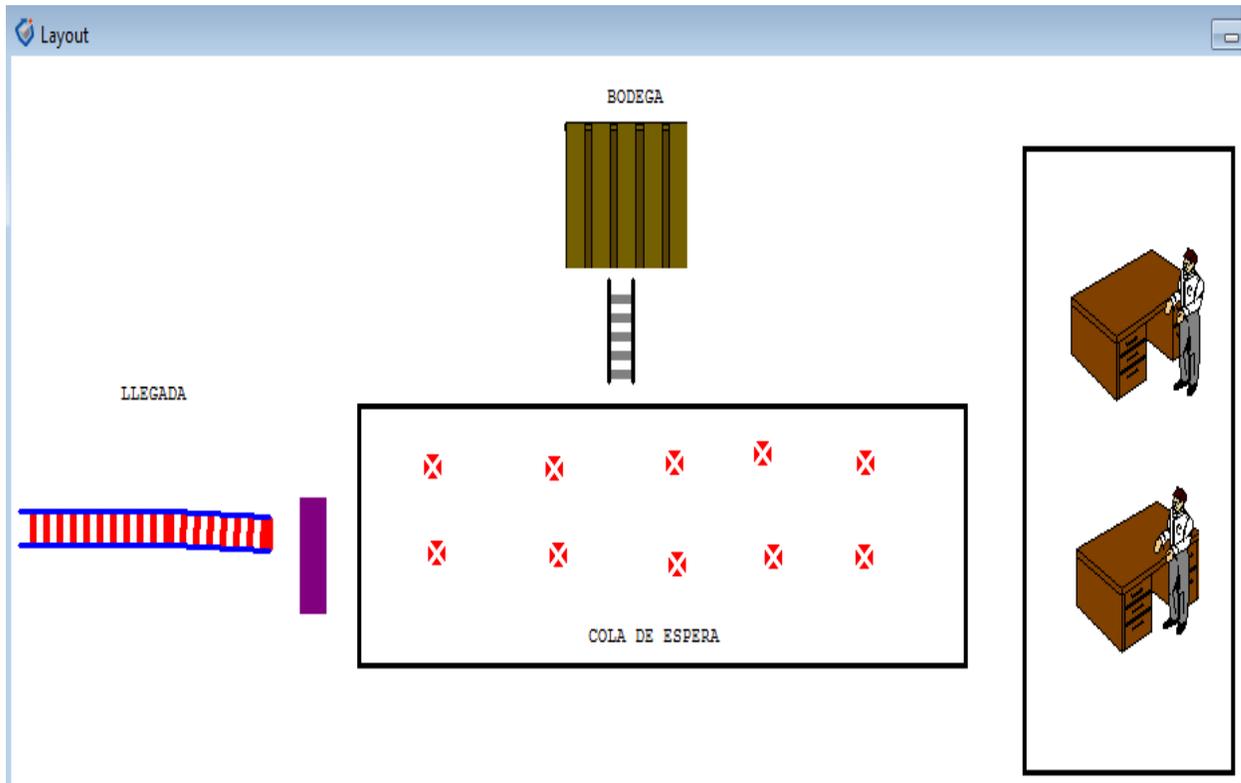
**Anexo # 6: Resultados de Horas Extras en la Función Objetivo**

| # LIQUIDADORES          | CDL | SBH  | HE    | SBM | LIQ | % USO  | TOTAL       | TOTAL DIARIO |
|-------------------------|-----|------|-------|-----|-----|--------|-------------|--------------|
| CON UN LIQUIDADOR       | 26  | 2.16 | 85.00 | 450 | 1   | 87.24% | \$ 667.51   | \$ 25.67     |
| CON DOS LIQUIDADORES    | 26  | 2.16 | 42.50 | 450 | 2   | 83.20% | \$ 552.83   | \$ 21.26     |
| CON TRES LIQUIDADORES   | 26  | 2.16 | 28.33 | 450 | 3   | 69.13% | \$ 908.74   | \$ 34.95     |
| CON CUATRO LIQUIDADORES | 26  | 2.16 | 21.25 | 450 | 4   | 36.52% | \$ 1,901.42 | \$ 73.13     |

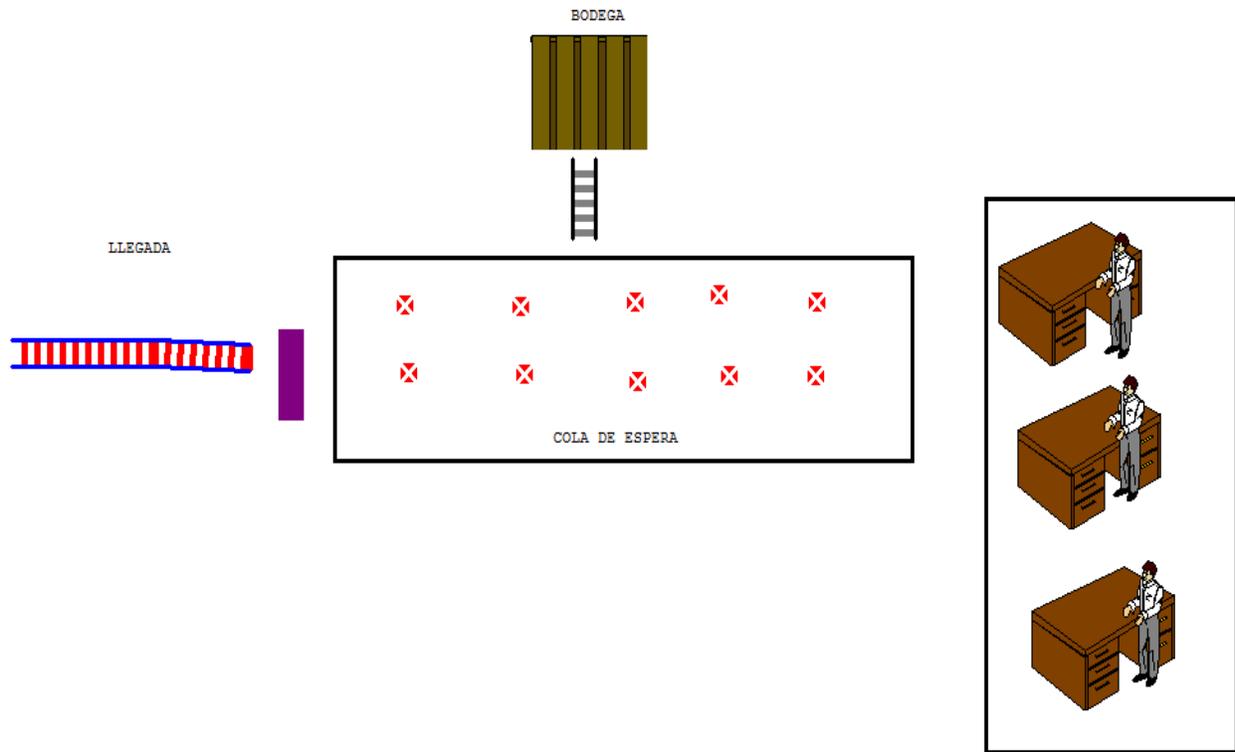
**Anexo # 7: Resultados en Promodel – Primer Escenario**



Anexo # 8: Resultados en Promodel – Segundo Escenario



Anexo # 9: Resultados en Promodel – Tercer Escenario



Anexo # 10: Resultados en Promodel – Cuarto Escenario

