

FORMULACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA  
OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE CIERRES DE PLANILLAS DE  
REPARTO, PLANILLAS DE RECOLECCIÓN Y DIGITACIÓN DE GUIAS

OCTAVIO CASTAÑEDA VELANDIA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA EN LOGÍSTICA INTEGRAL  
BOGOTÁ D.C.  
2011

FORMULACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA  
OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE CIERRES DE PLANILLAS DE  
REPARTO, PLANILLAS DE RECOLECCIÓN Y DIGITACIÓN DE GUIAS

OCTAVIO CASTAÑEDA VELANDIA

Monografía para optar al título de Especialista en Gerencia en Logística Integral

FERNANDO ANDRES MUÑOZ  
Director del trabajo

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA EN LOGÍSTICA INTEGRAL  
BOGOTÁ D.C.  
2011

Nota de aceptación

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Presidente del Jurado

\_\_\_\_\_  
Jurado

\_\_\_\_\_  
Jurado

Bogotá D.C. (22 Marzo 2011)

A mis padres y hermanas que me apoyan y se sienten felices en todo el crecimiento que obtenga a nivel profesional y laboral.

## AGRADECIMIENTOS

Esta monografía de grado, si bien ha requerido esfuerzo, mucha dedicación y disciplina, no hubiese sido fácil la realización sin la cooperación de personas que desinteresadamente colocaron su grano de arena para la culminación de esta investigación, a cada una de estas personas de las cuales en momentos críticos del proyecto me dieron la energía suficiente para continuar y gracias a su aliento y motivación culmine este proyecto, les daré las gracias a continuación.

Primero le doy gracias a mi hermana menor Alejandra Castañeda Velandia que con su sonrisa y su forma de decir las cosas me ayudaron mucho para seguir adelante con mi objetivo principal, en esta situación difícil que esta pasando la familia, ella con su carisma y su inocencia al ver las cosas del exterior nos brinda una esperanza muy gratificante y eso para mí es una verdadera motivación de seguir adelante, te amo.

Agradecer al mis padres Eva Julia Velandia Y Rogelio Castañeda que me enseñaron a ser perseverante y a conseguir las cosas que uno se propone sin importar los obstáculos que durante el proceso de la vida aparecen y con la experiencia que tiene cada uno de ellos me doy cuenta que las cosas se consiguen, y es muy gratificante obtenerlas al final.

Una de las personas que con sus consejos y su aliento de perseverancia considero que me fortaleció mucho durante el proyecto y también en muchas ocasiones más; esta persona es mi hermana mayor Carolina Castañeda Velandia.

De igual manera le agradezco a una persona que con su cariño, dedicación y comprensión me apporto cosas muy valiosas no solo para la realización de este proyecto, gracias Maria Elena Bulla por tu alegría y también por escucharme.

Podría dar un listado completo de las personas que siempre permanecen en mi mente y que se encuentran alrededor mío, a todas estas personas que están en mi corazón les agradezco su continua confianza y les brindo mi amistad sincera, dentro de estas personas se encuentra una señora que me brinda una alegría y paz cada día de mi vida que siempre que la veo produce en mi una forma diferente de ver las cosas, es muy bonita y considero que para mí vida es muy especial y la adoro con todo el corazón gracias abuelita Amalia Mesa.

## CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1. JUSTIFICACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.1 DESCRIPCIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.2 FORMULACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.3. ANTECEDENTES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3. OBJETIVOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.1 GENERAL	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.2 ESPECIFICOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4. MARCO TEÓRICO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.1 MARCO CONCEPTUAL	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.2 MARCO LEGAL	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.3. MARCO HISTÓRICO - GEOGRÁFICO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.4 MARCO SOCIAL	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.5 MARCO ECONÓMICO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5. METODOLOGÍA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5.2 LINEA DE INVESTIGACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5.4 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA POBLACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5.6 INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

5.7 INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN <b>DEFINIDO.</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO</b>
6. PROPUESTA	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES <b>DEFINIDO.</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO</b>
BIBLIOGRAFIA	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
ANEXOS	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. toma de tiempos llegada de mensajeros	53
Tabla 2. toma de tiempos cierre de planillas de reparto	58
Tabla 3. toma de tiempos cierres de planillas de recolección	60
Tabla 4. toma de tiempos digitación de guías	62
Tabla 5. resultados de los tiempos estandar	69
Tabla 6. productividad del cierre de planillas de reparto y recolección por medio de la teoría de colas	70

## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. metodos cualitativos de pronosticos	36
Cuadro 2. patrón de datos vs método de pronostico	40
Cuadro 3. destreza o habilidad	64
Cuadro 4. esfuerzo o empeño	65
Cuadro 5. condiciones	65
Cuadro 6. consistencia	66
Cuadro 6. catalogo para el calculo de suplementos	68

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Procesos general	18
Figura 2. Correspondencia entre un sistema y un modelo	25
Figura 3. Diagrama para realizar un modelo de simulación	29
Figura 4. Un sistema de cola típico	30
Figura 5. Modelo de Simulación	73
Figura 6. Modelo de simulación	74

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Muestra de total de guías digitadas	80

## GLOSARIO

**DEMING:** el ciclo PDCA, también conocido como ciclo Deming, es una estrategia de mejora continua en cuatro pasos Planear, Hacer, Controlar, Actuar.

**ERLANG:** lenguaje de programación concurrente y un sistema de ejecución.

**ENGUACALADOS:** jaula, cesta o costal para transportar material.

**INFERENCIA:** acción de deducir, sacar una conclusión a partir de las proposiciones que se dispone.

**SIMULACIÓN:** realizar una modelación del comportamiento de un sistema o de un objeto, o algunos aspectos de ese comportamiento determinado.

**MODELO:** esquema de una realidad determinada que contiene reglas y estructuras que le dan sentido a los acontecimientos, es pues un punto de referencia que se imita para lograr un resultado determinado.

**MULTICANAL:** representación de una variable de la teoría de colas que implica el tipo de servicio que se esta realizando, en este caso es varios servidores atendiendo una fila.

**PREVALENCIA:** el numero de casos, condiciones o eventos en una población determinada.

**PRONOSTICO:** proceso de estimación en situaciones de incertidumbre

**RECOLECCIÓN:** es el acto de recoger o reunir y en éste caso es recoger la mercancía que los clientes de la compañía desean enviar a otros destinos.

**REPARTO:** acción o efecto de repartir y para éste caso es entregar los envíos de los clientes en su destino.

**SERVIDORES:** cantidad de personas que están evacuando una fila de espera por medio de su servicio.

## RESUMEN

Toda empresa diseña planes estratégicos para el logro de sus objetivos. Con el modelo de simulación propuesto del presente proyecto se busca ayudar a la organización Envía Colvanes Ltda, para mejorar su eficiencia en tres procesos (Cierre de Planillas de Reparto, Recolección y Digitación de guías), con esta herramienta permite determinar con anterioridad la cantidad de operarios que se requieren al cierre de la operación y así poder asignar horarios de trabajo.

Palabras claves:

- ✓ Guías
- ✓ Planillas de reparto y recolección
- ✓ Modelo de simulación
- ✓ Mensajería
- ✓ Teoría de Colas

## INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación realizado es el desarrollo de un modelo para optimizar los procesos de Cierres de planillas de Reparto, Recolección y Digitación de Guías para el cierre de la operación en la compañía de mensajería Envía Colvanes Ltda. La aplicación de este modelo permitirá a la empresa una asignación adecuada de personal en cada uno de estos tres procesos. La metodología empleada para realizar esta investigación fue la de observación directa, recolección de datos por medio de tiempos y movimiento, comportamiento de teoría de colas y recolección de fuentes secundarias para recopilar toda la información referente a comportamiento de la demanda de guías en los últimos meses y posteriormente se procedió a configurar bajo la plataforma de Excel el modelo para aplicar la cantidad de operarios que se requieren para el Cierre de Planillas de Reparto, Recolección y Digitación de Guías.

En el documento se encontrara una breve descripción del significado y de un modelo de simulación, cuales son las ventajas y las desventajas al aplicarlo en alguna actividad de la organización, en que consiste una teoría de colas y para que sirve la aplicación de está para la toma de decisiones y así poder optimizar los recursos en los procesos de las compañías, que se debe tener en cuenta para la toma de tiempos de cada una de las operaciones que influyen en los procesos que se están analizando y el porque se tomo la decisión de emplear cada uno de los conceptos en el Cierre de la operación de la compañía

Se pretende con el proyecto de investigación satisfacer las expectativas de las directivas de la organización o por lo menos dar comienzo a una serie de cambios apoyados en análisis de modelos que sirvan para la compañía Envía Colvanes Ltda.

## 1. JUSTIFICACIÓN

Las grandes empresas en la actualidad se hacen más competitivas y cada vez adoptan más estrategias a fin de garantizar el éxito. Estas organizaciones están adoptando herramientas de optimización, para disminuir errores que implique inconvenientes en los procesos, desde este punto de vista las compañías deben buscar, las mejores alternativas para dar soluciones definitivas a los problemas que se les presenta diariamente con el propósito de cumplir con los lineamientos organizacionales que permitan el alcance de los planes estratégicos del negocio, enfocados al cumplimiento de la Visión, Misión y los Valores corporativos; elementos que comprometen a todo el personal, empleados, supervisores, jefes de área, directores, gerentes y entre otros, a la identificación con la organización, a través de un sentimiento de compromiso para alcanzar los objetivos de la misma. Basado en esto la necesidad de plantear un modelo de simulación para la optimización del recurso humano en los procesos de cierres de planillas de reparto, recolección y digitación de guías, incidirá en el mejoramiento eficaz no solo en la operación nocturna sino a nivel general en cada uno de los procesos que componen la empresa Envía Colvanes Ltda.

Por lo tanto los beneficios que dará este modelo si llegara a ser implementado se reflejaran en la calidad del servicio que ofrece la compañía, disminuyendo los errores operativos que afectan considerablemente la operación de la empresa, los clientes se sentirán satisfechos y volverán a solicitar cada uno de los servicios que ofrece la organización, el personal que se encuentra dentro de ésta operación trabajara con más eficiencia ya que se identificara las causas que están afectando el retraso y se mejorara considerablemente la calidad del servicio interno para poder cumplir con los objetivos establecidos por el proceso. Cada una de las regionales afectadas tendrá una preocupación menos y podrán enfocarse en otras situaciones que se presentan en su día laboral.

Esta investigación también se justifica desde otros puntos de vista:

Desde el punto de vista practico, ya que la misma propone al problema planteado una estrategia de acción, como son la toma de cada uno de los datos para poder tener claridad sobre las variables que afectan positiva y negativamente la operación, las pruebas que se deben realizar en el momento en que se tenga el modelo para identificar la viabilidad de éste.

Desde el punto de vista del alcance, esta investigación abrirá nuevos vías para la misma empresa en otras áreas que presenten situaciones similares, además en las demás regionales se puede implementar este modelo para ayudar con estos procesos y así disminuir los errores que se presenta en toda la organización ya que la empresa no solo es la Regional Bogotá si no es el resto de regionales a nivel Nacional.

Por la parte técnica la metodología que plantea al realizar un modelo con estas características, reconocen las diferentes variables que intervienen en un sistema, permitiendo observar el comportamiento y los efectos de éstas a lo largo de la ejecución de una actividad, modelando a través de herramientas que permitan tomar decisiones para mejorar el rendimiento de los procesos.

Se pretende con la investigación satisfacer o por lo menos dar comienzo a una serie de cambios apoyados en análisis de modelos de simulación que sirvan a esta organización.

Por último, desde el punto de vista profesional, se pondrá en evidencia los conocimientos adquiridos en la especialización por medio de la práctica y que no solo se quede en la teoría.

## 2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 2.1 DESCRIPCIÓN

Una demora o un fallo en los procesos empresariales puede acarrear consecuencias que perjudican a la empresa ya que los clientes pueden tener una mala impresión del servicio que se está ofreciendo y no se tendrá tiempo para reaccionar y poder actuar para mejorar la situación. Como se sabe los procesos de toda organización deben estar conjuntamente conectados y son dependientes los unos de los otros y así sucesivamente, en este caso la empresa Envía Colvanes Ltda dedicada al transporte y administración de mercancías y documentos a nivel nacional e Internacional tiene una falencia en el cierre de la operación. La ineficiencia en esta parte del proceso se ve reflejada en las demás regionales, ya que la información que se debe digitar en el sistema no está llegando a la hora indicada y si llega no cumple con las condiciones mínimas requeridas con las que debe llegar, debido a esta situación se retrasa la operación inicial de las demás regionales, afectando globalmente toda la operación de la compañía; retraso en la salida a reparto, demora en las entregas de la mercancía y documentos, atraso en el inicio de la recolección, llegando donde los clientes en horas que no están previstas y por último la salida de toda esta mercancía a las demás regionales, que en la mayoría de los casos están saliendo entre una o dos horas más tarde de la pronosticada.

Todo lo anterior demuestra que con el simple hecho de tener una parte de toda la operación ineficiente de una compañía, afecta considerablemente a la organización en general, y en este caso solo se está observando la parte operativa; por consiguiente ¿éste proceso solo afecta la parte operacional de la empresa?

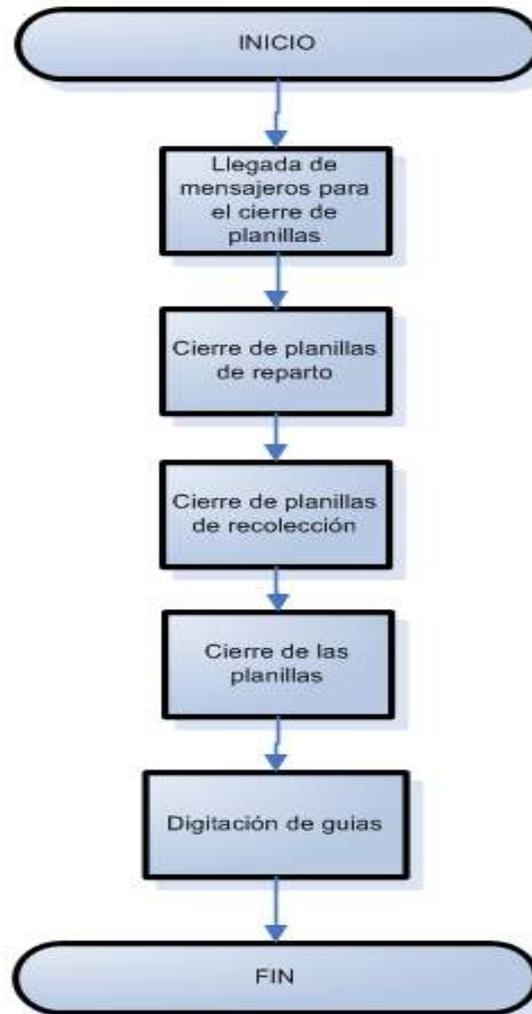
Para contestar esta pregunta, se iniciará por revisar el proceso de manera global y quienes interactúan en él.

Actualmente los procesos de cierre de planillas de reparto y de recolección en Envía Colvanes Ltda se inician desde las 4:30pm y se hacen simultáneamente

- El mensajero entrega a los auxiliares de ventanilla toda la mercancía y documentos que recogió en el día.
- El mensajero entrega a los auxiliares de ventanilla los soportes de los envíos que se entregaron en el proceso de reparto.
- Los auxiliares de ventanilla ingresan toda esta información al sistema.
- Después que se termina estos procesos de cierre de planillas de reparto y de recolección, se inicia la digitación de cada una de las guías.
- Toda la operación está terminando aproximadamente entre las 5am y las 6am.

Este es un diagrama general de los procesos que se van a analizar en este trabajo.

Figura No 1. Proceso general



Fuente: Autor

Como se observa en el proceso no solo se puede concluir que la ineficiencia en la operación esta afectando la parte operacional de la organización, si no que también esta afectando al personal de la compañía ya que se esta trabajando más de 8 horas y en esta jornada el cansancio para un ser humano es mayor, entonces el personal al trabajar en estas condiciones puede cometer muchos errores y tener un estrés demasiado elevado afectando su rendimiento laboral.

En otro caso también se afecta a los clientes porque se les está incumpliendo sabiendo, todo lo que implica en la parte operacional, en el momento que no se entregue un documento o una mercancía en el día establecido, el cliente puede perder un negocio, tomar decisiones equivocadas, no cumplir una cita, tener problemas con la justicia, en fin un sin número de inconvenientes que a la larga el único responsable de esto es Envía Colvanes Ltda, en este caso solo se observa por la parte de reparto, ya en recolección el cliente ya tiene establecido que la empresa les va a recoger de manera cumplida y si no es así se deberán

tomar decisiones de momento y es donde entra a jugar la competencia y ellos le ofrecen la alternativa y dan solución inmediata al problema.

Como se analizó, los inconvenientes que puede tener una compañía son demasiados al no tener una solución preventiva y solo actuar de manera correctiva, al momento que se presentó el problema, se da la solución momentánea, más no definitiva.

## 2.2 FORMULACIÓN

¿Qué modelo de simulación será la mejor alternativa para optimizar el recurso humano, detectar errores en el sistema del cierre de planillas de recolección, reparto y digitación de guías para dar posibles alternativas de solución?

## 2.3 ANTECEDENTES

La compañía ha venido mejorando este problema implementado un Sistema de Gestión de Calidad en cada uno de los procesos, tiene el diagrama de procesos bien definido, los procedimientos de cada uno de ellos; en general todo esto ayuda a disminuir el problema que tiene la operación nocturna, pero un Sistema de Gestión de Calidad debe buscar mecanismos para la mejora continua porque no es solo tener toda la documentación de estos procesos, si no reevaluar e identificar oportunidades de mejora para ser más eficiente cualquier proceso de la organización.

Se cuenta con un jefe de área que solo busca soluciones inmediatas a los problemas que se presentan durante la operación, se ha establecido un orden para entregar la papelería en los cierres de planillas y cada uno de los mensajeros deben entregar en este mismo orden los documentos para que el auxiliar no re-trabajé en su puesto de trabajo y así disminuir el tiempo realizando el cierre del proceso, en la actualidad solo se cuenta con 14 operarios que son los encargados de realizar estos tres operaciones y no se sabe el porque cuentan con este total de personas, simplemente es una cultura organizacional y no se han puesto a evaluar si realmente necesitan esta cantidad de personal para ser más productivos en el cierre de la operación.

Por otro lado no se tiene claridad de otras alternativas que la empresa haya optado por tratar de mejorar esta situación, sino solamente tomar tiempos de cada uno de los auxiliares de ventanilla para evaluarlos y tomar decisiones de los operarios que tienen los tiempos menos eficientes.

En todas las compañías la organización de los procesos es fundamental para encontrar falencias que impiden la eficiencia de un sistema, si se estandariza cada actividad se puede controlar de manera adecuada y así poder tener un proceso que genere un valor agregado y como Deming lo fundamenta en cuatro conceptos básicos; siempre se debe trabajar en orientación al cliente, pensar en hacer mejoras continuas, todo el sistema determina la calidad del proceso, y por último los resultados se determinan a largo plazo.

La simulación de procesos es una de las más grandes herramientas de la ingeniería industrial, la cual se utiliza para representar un proceso mediante otro que lo hace mucho más simple y entendible.

Cada uno de estos conceptos determina la importancia de mejorar y encontrar nuevos mecanismos que ayuden a mejorar el sistema pero se debe tener bien claro el proceso para determinar en este caso cuales son los tiempos muertos de los auxiliares de ventanilla y en ese tiempo adelantar operaciones que le den más eficiencia el sistema que lo determinan estos tres procesos (cierre de planillas de reparto, cierre de planillas de recolección y digitación de guías).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 GENERAL

Formular un modelo continuo de optimización en los procesos del cierre de planillas de reparto, de recolección y digitación de guías.

#### 3.2 ESPECÍFICOS

- Determinar las características de cada una de las variables que se encuentran en el sistema.
- Determinar el total de auxiliares de ventanilla que se necesitan para poder realizar el cierre de planillas y la digitación de guías.
- Analizar y evaluar la toma de tiempos para cada uno de los procesos a revisar.
- Establecer la cantidad de guías que puedan digitar los auxiliares de ventanilla durante el proceso de cierre de planillas de recolección y reparto.
- Formular algún modelo de simulación que se pueda implementar en el sistema de los procesos de cierre de planillas de reparto, recolección y digitación de guías.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 MARCO CONCEPTUAL

#### 4.1.1 CONCEPTO DE MENSAJERÍA

La mensajería es una actividad específica que consiste en transportar de un sitio inicial a un punto de llegada una serie de documentos (cartas, peticiones, sobres, facturas, etc.) y mercancías (cajas, ropa, productos, entre otros); en toda este proceso se realizan ciertas actividades logísticas que ayudan al objetivo final que es entregar estos tipos de documentos en su lugar de destino. Las actividades que se van a mostrar en este proyecto se definirán a continuación con sus respectivos componentes.

- Planillas de reparto: es un documento controlado por la empresa para determinar los sitios que debe visitar el mensajero en el transcurso del día para entregar la mercancía estipulada. Contiene los datos específicos del remitente y destinatario nombres y apellidos completos y su respectiva dirección y la ciudad donde se radica el destinatario.
- Planillas de recolección: Es un documento controlado por la empresa que especifica los sitios que debe visitar el mensajero en el transcurso del día para recoger la mercancía que el cliente desean enviar a otros destinos. Contiene los datos específicos del remitente nombres y apellidos completos y su respectiva dirección y la ciudad donde se radica el remitente.
- Guía: Es un documento controlado por la empresa que el cliente llena con unos datos básicos para identificar a donde se desea entregar cada paquete o documentos y cada uno de estos deben tener pegada esta guía para que se pueda distinguir a donde va dirigido el paquete.
- Mensajero: persona que se dedica a llevar mensajes o paquetes. En las grandes ciudades el medio de transporte más usado es la moto, porque ofrece un servicio rápido.
- Auxiliar de ventanilla: Persona que realiza ciertas actividades para abrir o cerrar la operación en el sistema estipulado por la compañía, en este caso es el encargado de recibir las planillas de reparto y de recolección para cerrar el proceso en el sistema.
- Digitador: Persona encargada de transcribir la información que se encuentran en las guías al sistema utilizado por la empresa.

#### 4.1.1 CONCEPTO DE SISTEMAS

Este término se emplea con frecuencia, aunque con distintos significados. De modo corriente hablamos de un sistema, como hacer algo; así, decimos que tenemos un sistema para resolver un problema o para alcanzar un objetivo. Más formalmente hablamos de un sistema como de un objeto dotado de alguna complejidad, formado por partes coordinadas, de modo que el conjunto posea una cierta unidad, que es precisamente el sistema. Así, hablamos del sistema económico, formado por agentes económicos, relacionados entre sí por el intercambio de bienes y servicios; de un sistema ecológico, formado por distintas poblaciones, relacionadas mediante cadenas alimentarias o vínculos de cooperación; etc.

Un sistema, en este sentido, lo entendemos como una unidad cuyos elementos interaccionan juntos, ya que continuamente se afectan unos a otros, de modo que operan hacia una meta común. Es algo que se percibe como una identidad que lo distingue de lo que la rodea, y que es capaz de mantener esa identidad a lo largo del tiempo y bajo entornos cambiantes.

El sistema procura satisfacer las necesidades cambiantes del entorno que lo rodea, esto con el fin de poder subsistir en el medio ambiente ya que debe procurar adaptarse a los cambios.

La palabra Sistema es muy empleada en diferentes contextos, es por ello que se hace difícil dar una definición concreta:

- Un conjunto de elementos
- Dinámicamente relacionados
- Formando una actividad
- Para alcanzar un objetivo
- Para proveer información/energía/materia

En conclusión el sistema es una serie de elementos que interactúan entre si para obtener un objetivo o un fin determinado y cada uno de estos elementos deben estar relacionados los unos con los otros.

Nos vamos a centrar principalmente de la clase de sistemas caracterizada por el hecho de que se puede especificar claramente las partes que lo forman y las relaciones entre esas partes mediante las que se articulan en la correspondiente unidad. La descripción más elemental que podemos hacer de ellos es sencillamente enunciar ese conjunto de partes y establecer un esbozo de cómo se influyen esas partes entre sí.

## Características de los sistemas

Las características mínimas que debe tener un sistema son las que se explican a continuación:

- **Objetivo:** todo sistema tiene uno o algunos propósitos. Todo lo que interactúa en el sistema debe realizarse para llegar a una meta final y esta es la que se define como objetivo.
- **Totalidad:** un cambio en una de las unidades del sistema, con probabilidad producirá cambios en las otras. El efecto total se presenta como un ajuste a todo el sistema. Hay una relación de causa/efecto.
- **Entropía:** es la tendencia de los sistemas a desgastarse, a desintegrarse, para el relajamiento de los estándares y un aumento de la aleatoriedad. La entropía aumenta con el correr del tiempo.
- **Homeostasia:** es el equilibrio dinámico entre las partes del sistema. Los sistemas tienen una tendencia a adaptarse con el fin de alcanzar un equilibrio interno frente a los cambios externos del entorno.

Una organización podrá ser entendida como un sistema. El sistema total es aquel representado por todos los componentes y relaciones necesarios para la realización de un objetivo, dado un cierto número de restricciones. Los sistemas pueden operar, tanto en serio como en paralelo.

## Tipos de sistemas

En cuanto a su constitución, pueden ser físicos o abstractos:

- **Sistemas físicos:** compuestos por equipos, maquinaria, objetos y cosas reales.
- **Sistemas abstractos:** compuestos por conceptos, planes, hipótesis e ideas. Muchas veces solo existen en el pensamiento de las personas.

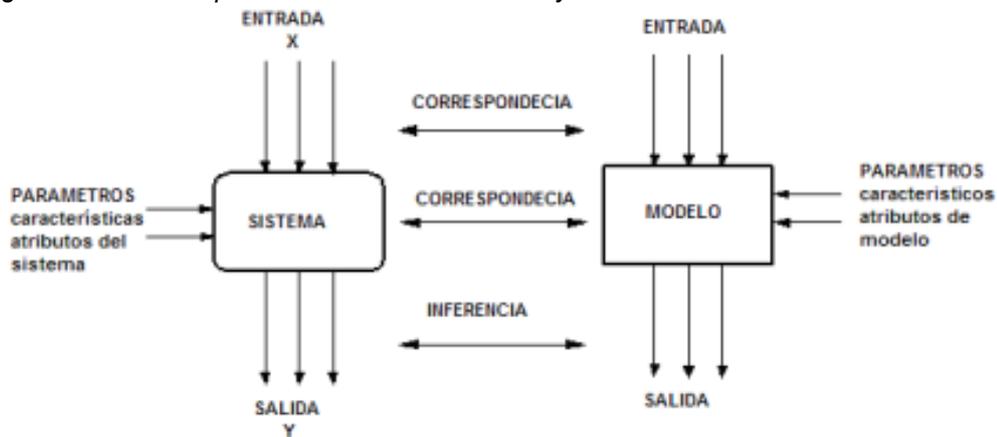
En cuanto a su naturaleza, pueden ser cerrados o abiertos:

- **Sistemas cerrados:** no presentan intercambio con el medio ambiente que los rodea, son herméticos a cualquier influencia ambiental. No reciben ningún recurso externo y nada producen que sea enviado hacia fuera.
- **Sistemas abiertos:** presentan intercambio con el ambiente, a través de entradas y salidas.

#### 4.1.2 CONCEPTO DE MODELOS

El uso de modelos no es algo nuevo. El hombre siempre ha tratado de representar y expresar ideas y objetos para tratar de entender y manipular su medio. “Un requerimiento básico para cualquier modelo, es que debe describir al sistema con suficiente detalle para hacer predicciones válidas sobre el comportamiento del sistema”<sup>1</sup>. Más generalmente, las características del modelo deben corresponder a algunas características del sistema modelado. En la siguiente figura muestra el concepto de un modelo:

Figura No 2. Correspondencia entre un Sistema y un Modelo



Fuente: Tomado de BRICEÑO MÁRQUEZ, Einstein. Estudio Comparativo del Paquete de Simulación Orientado a Eventos Discretos Simpy. Desarrollo de un Manual de Usuarios con Ejemplos Resueltos; Bogotá, 2007 p.14. Trabajo de grado (Ingeniero de sistemas). Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería.

Un modelo se utiliza como ayuda para el pensamiento al organizar y clasificar conceptos confusos e inconsistentes. Al realizar un análisis de sistemas, se crea un modelo del sistema que muestre las entidades, las interrelaciones, etc. La adecuada construcción de un modelo ayuda a organizar, evaluar y examinar la validez de pensamientos.

Un modelo es la representación concisa de una situación; por eso representa un medio de comunicación más eficiente y efectivo.

#### Tipos de modelos

- Modelos Dinámicos: Utilizados para representar sistemas cuyo estado varía con el tiempo.
- Modelos Estáticos: Utilizados para representar sistemas cuyo estado es invariable a través del tiempo.

<sup>1</sup> BRICEÑO MÁRQUEZ, Einstein. Estudio Comparativo del Paquete de Simulación Orientado a Eventos Discretos Simpy. Desarrollo de un Manual de Usuarios con Ejemplos Resueltos. Bogotá, 2007 p.121. Trabajo de grado (Ingeniero de sistemas). Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería.

- Modelos Matemáticos: Representan la realidad en forma abstracta de diversas maneras.
- Modelos Físicos: Son aquellos en que la situación es representada por algo palpable, construido en escala como los son (maquetas, prototipos, modelos analógicos, etc.).
- Modelos Analíticos: La realidad se representa por fórmulas matemáticas. Estudiar el sistema por medio de operaciones matemáticas (resolución de ecuaciones).
- Modelos Numéricos: Se tiene el comportamiento numérico de las variables intervinientes. No se obtiene ninguna solución analítica.
- Modelos Continuos: Representan sistemas cuyos cambios de estado son progresivos. Las variables intervinientes son continuas.
- Modelos Discretos: Representan sistemas cuyos cambios de estado no son progresivos. Las variables varían en forma discontinua.
- Modelos Determinísticos: Son modelos cuya solución para determinadas condiciones es única y siempre la misma.
- Modelos Estocásticos: Representan sistemas donde los hechos suceden al azar, lo cual no es repetitivo. No se puede asegurar cuáles acciones ocurren en un determinado instante.

#### 4.1.3 CONCEPTO DE SIMULACIÓN

“Es la técnica numérica para conducir experimentos realizado sobre un modelo”<sup>2</sup>. Nuestro interés está en el subconjunto de simulaciones que son codificables como programas de computador (simulaciones matemáticas). Donde, una simulación matemática es una descripción codificada de un experimento que hace referencia al modelo al cual se aplica. Es muy importante, en este contexto, darse cuenta de la separación física entre la descripción del modelo y la descripción del experimento. No obstante existe un cierto peligro en esta separación, ya que podemos aplicar un experimento a un modelo para el cual este no resulta válido.

Con la globalización la Logística ha cobrado una importancia muy alta ya que por ciertas fases o áreas de alguna operación como niveles de inventario, número de recursos, frecuencia de surtidos, mantenimientos, transporte, etc., son factores que complican el desarrollo de todas las actividades donde pasa el producto para llegar en el momento indicado y en el lugar previsto. La simulación debe ayudar a optimizar estos sistemas para volver toda la operación cada día más eficiente.

---

<sup>2</sup> LLICAN CALDERON, José Augusto. Simulación de Sistemas. Caso: Servicentro de Combustible. Lima, 2003 p.16. Monografía Licenciatura en Investigación Operativa. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Matemáticas.

Pero con esto se quiere mejorar algún proceso pero la simulación tiene sus ventajas y sus desventajas:

Ventajas:

- se puede estudiar el efecto de cambios internos y externos del sistema.
- Mejor rendimiento del sistema.
- Puede ser utilizada como instrumento pedagógico.
- El modelo se puede usar las veces que se quiera.
- Puede ser utilizado para nuevas situaciones.
- La simulación es menos costoso que si se realiza en la vida real.
- Puede ser utilizada para entrenamiento de personal.
- confiabilidad del sistema en los ensayos (las aglomeraciones, las largas demoras son simuladas y no reales).
- Identificar en un sistema complejo aquellas áreas con problema ("cuellos de botella")

Desventajas:

- Se requiere un estudio minucioso para disminuir los errores cometidos por la simulación vs la realidad.
- Muchas veces la alta administración no acepta la idea.

En casi todos estos modelos la meta era determinar soluciones óptimas. Sin embargo, debido a la complejidad, no todos los problemas del mundo real se pueden representar adecuadamente en forma de modelo.

Cuando se intenta utilizar modelos analíticos para los sistemas, en general necesitan de tantas hipótesis de simplificación que es probable que las soluciones no sean buenas, o bien, sean inadecuadas para su realización. En ese caso, con frecuencia la única opción de modelado y análisis de que dispone quien toma decisiones es la simulación.

Simular; es imitar el comportamiento de una serie de acciones, conductas de un sistema con el fin de estudiarlo. Para efectuar esto, es necesario crear una representación del sistema, un modelo. Lo que significa que se deben realizar unas ciertas hipótesis o suposiciones acerca de los procesos que participan en el sistema que se piensa evaluar. Este conjunto de postulados, con frecuencia toman una forma matemática o de relaciones lógicas y constituyen el modelo conceptual. Este modelo servirá para entender mejor el sistema, y posiblemente estudiar el impacto de ciertas modificaciones, lo cual es, básicamente, la razón del inicio de la simulación.

La simulación es una técnica muy poderosa y ampliamente usada en las ciencias para analizar y estudiar sistemas complejos. En otras palabras, la simulación consiste en una evaluación numérica del modelo, durante un

periodo determinado de tiempo, tomando medidas y experiencias durante este tiempo para hacer posible la descripción de su comportamiento.

Uno de los objetivos de la simulación es realizar ensayos de cambios en el sistema probándolos en el modelo, con el fin de elegir la mejor alternativa.

Se puede definir a la simulación como la técnica que imita el funcionamiento de un sistema del mundo real cuando evoluciona en el tiempo. Esto se hace por lo general al crear un modelo de simulación. En síntesis, cada modelo o representación de una cosa es una forma de simulación. La simulación es un tema muy amplio y mal definido que es muy importante para los responsables del diseño de sistemas, así como para los responsables de su operación.

Un modelo de simulación comúnmente toma la forma de un conjunto de hipótesis acerca del funcionamiento del sistema, expresado con relaciones matemáticas o lógicas entre los objetos de interés del sistema. En contraste con las soluciones matemáticas exactas disponibles en la mayoría de los modelos analíticos, el proceso de simulación incluye la ejecución del modelo a través del tiempo, en general en una computadora, para generar nuestras representativas de las mediciones del desempeño o funcionamiento. En este aspecto, se puede considerar a la simulación como un experimento de muestreo acerca del sistema real, cuyos resultados son puntos de muestra. Por ejemplo, para obtener la mejor estimación del promedio de la medición del funcionamiento, calculamos el promedio de los resultados de muestra. Es claro que tanto más puntos de muestra generemos, mejor será nuestra estimación. Sin embargo, hay otros factores que tienen influencia sobre la bondad de nuestra estimación final, como las condiciones iniciales de la simulación, la longitud del intervalo que simula y la exactitud del modelo mismo.

#### 4.1.4 CONCEPTO DE MODELOS DE SIMULACIÓN

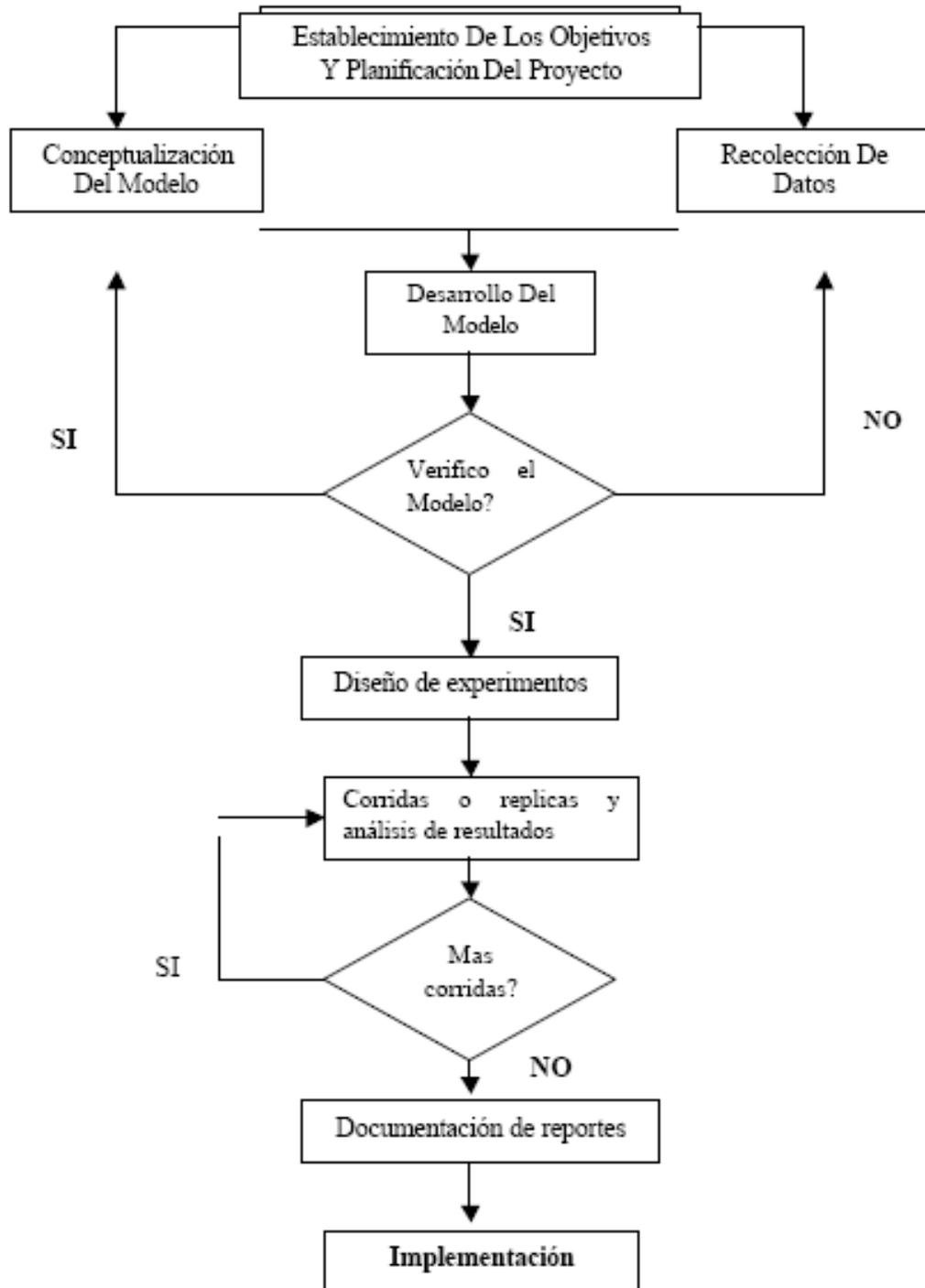
Los modelos de simulación permiten representar de manera lógica una situación para poder entender el comportamiento de una actividad que se está analizando y poder dar ideas para mejorar dicha actividad; por medio de experimentos y colocar ciertas variables que indique el comportamiento de un sistema general se comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas tan complejos que se observan en los procesos de las compañías.

Las ventajas que traen los modelos de simulación son los siguientes:

- mejor entendimiento del comportamiento de un sistema.
- Se puede estudiar el efecto de cambios internos y externos del sistema.
- El modelo se puede usar cuantas veces se desee.
- Se puede realizar experimentos que involucren nuevas situaciones.
- Puede detectar comportamientos hipotéticos futuros para la toma de decisiones.
- Disminución de errores al momento de tomar una decisión.

Pasos para realizar un modelo de simulación:

Figura No 3. Diagrama para realizar un Modelo de Simulación

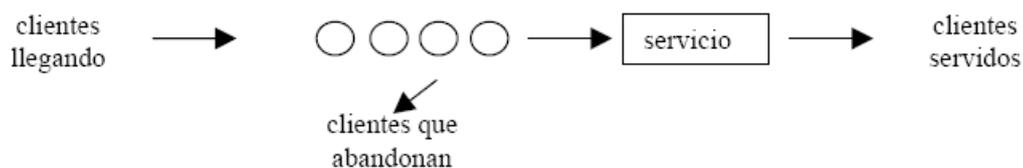


Fuente: Tomado de LLICAN CALDERON, José Augusto. Simulación de Sistemas. Caso: Servicentro de Combustible. Lima, 2003 p.19. Monografía Licenciatura en Investigación Operativa. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Matemáticas.

#### 4.1.5 CONCEPTO DE TEORIA DE COLAS

Un sistema de colas se puede describir como clientes que llegan buscando un servicio, esperando a ser atendidos y después que son atendidos abandonan el sistema. El término de cliente se usa como sentido general, puede ser una persona, una pieza que espera ser transformada, una llamada que esta en la lista de espera lo mismo que una hoja para ser impresa por la impresora.

Figura No 4. Un sistema de cola típico.



Fuente: Tomado de GARCÍA SABATER, José Pedro. *Teoría de Colas Métodos Cuantitativos de Organización Industrial*. Departamento de Organización de Empresas, E.F. y C. Internet: <http://personales.upv.es/jpgarcia/Linked Documents /Teoria%20de%20colas.pdf>

#### Características de los sistemas de colas

Seis son las características básicas que se deben utilizar para describir adecuadamente un sistema de colas:

- Patrón de llegada de los clientes: La mayoría de las veces el comportamiento de llegada de los clientes la llegada es estocástica, depende de una variables aleatoria y en este caso se debe conocer la distribución probabilística entre dos llegadas de clientes sucesivas. También se debe tener en cuenta si los clientes llegan independiente o simultáneamente.
- Patrón de servicio de los servidores: Los servidores pueden tener un tiempo de servicio variable en cuyo caso se debe definir una función de probabilidad. También pueden atender en lotes o de modo individual. El tiempo de servicio también puede variar con el número de clientes en la cola, trabajando más rápido o más lento, y en este caso se llama patrones de servicio dependientes. Al igual que el patrón de llegadas el patrón de servicio puede ser no-estacionario, variando con el tiempo transcurrido.
- Disciplina de cola: La disciplina de cola es la manera en que los clientes se ordenan en el momento de ser servidos de entre los de la cola. Cuando se piensa en colas se admite que la disciplina de cola normal es FIFO (atender primero a quien llegó primero) Sin embargo en muchas colas es habitual el uso de la disciplina LIFO (atender primero al último).
- Capacidad del sistema: En algunos sistemas existe una limitación respecto al número de clientes que pueden esperar en la cola. A estos casos se les denomina situaciones de cola finitas. Esta limitación puede

ser considerada como una simplificación en la modelización de la impaciencia de los clientes.

- Número de canales de servicio: Es evidente que es preferible utilizar sistemas multiservidos con una única línea de espera para todos que con una cola por servidor. Por tanto, cuando se habla de canales de servicio paralelos, se habla generalmente de una cola que alimenta a varios servidores mientras que el caso de colas independientes se asemeja a múltiples sistemas con sólo un servidor.
- Número de etapas de servicio: Un sistema de colas puede ser unietapa o multietapa. En los sistemas multietapa el cliente puede pasar por un número de etapas mayor que uno. Una peluquería es un sistema unietapa, salvo que haya diferentes servicios (manicura, maquillaje) y cada uno de estos servicios sea desarrollado por un servidor diferente. En algunos sistemas multietapa se puede admitir la vuelta atrás o “reciclado”, esto es habitual en sistemas productivos como controles de calidad y reproceso.

#### Notación de los Modelos de Colas

Ek = Erlang de orden k  
P H = Tipo fase  
H = Hiperexponencial  
G = Arbitrario o general  
GI = General independiente  
c = número de servidores paralelos  
N = Capacidad del sistema  
K = Tamaño de la población.

A causa de las suposiciones de distribución exponencial en los procesos de arribo, estos modelos son llamados MARKOVIANOS

- Por ejemplo:  $M/M/1/\infty/\infty$  significa *un solo servidor, capacidad de cola ilimitada y población infinita* de arribos potenciales. Los tiempos entre arribos y los tiempos de servicio son distribuidos exponencialmente.
- Existe una cantidad enorme de Modelos de Colas que pueden utilizarse. Nos vamos a concentrar en 2 de los modelos más usados. Modelos más complejos pueden ser desarrollados mediante el uso de la Simulación y se los encuentra en textos especializados sobre el tema.
- Los 2 modelos de colas a estudiar asumen:
  - Arribos según la Distribución de Poisson
  - Disciplina PEPS.
  - Una sola fase de servicio.

### Modelo A (MM1):

- Un canal, Arribos según la Distribución de Poisson; Tiempos de Servicio exponenciales.
- Modelo de Colas de un solo canal, con arribos que siguen la distribución de Poisson y Tiempos de Servicio Exponenciales: (Modelo M/M/1).
- Los casos más comunes de problemas de colas incluyen la línea de espera de canal único o servidor único. En este caso los arribos crean una sola cola a ser servida por una sola estación.
- Asumimos que existen las siguientes condiciones:

Los clientes son servidos con una política PEPS y cada arribo espera a ser servido sin importar la longitud de la línea o cola.

Los arribos son independientes de arribos anteriores, pero el promedio de arribos, no cambia con el tiempo.

Los arribos son descritos mediante la distribución de probabilidad de Poisson y proceden de una población muy grande o infinita.

Los tiempos de servicio varían de cliente a cliente y son independientes entre sí, pero su rata promedio es conocida.

Los tiempos de servicio se representan mediante la distribución de probabilidad exponencial negativa.

### Formulación:

$\lambda$  = Número promedio de arribos por período de tiempo

$\mu$  = Número promedio de gente o cosas servidos por período de tiempo

$n$  = número de unidades en el sistema

$L_s$  = Número promedio de unidades (clientes) en el sistema  $L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$

$\rho$  = Factor de utilización del sistema =  $\frac{\lambda}{\mu}$

$W_s$  = Tiempo promedio que una unidad permanece en el sistema =  
(tiempo de espera + tiempo de servicio)

$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda}$

$$L_q = \text{Número promedio de unidades en la cola} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \rho * L_s$$

$$W_q = \text{Tiemppromedio que una unidad espera en la cola} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \rho * W_s$$

$P_n$  = Probabilidad de que "n" clientes estén en el sistema =

$$P_n = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right) * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n = (1 - \rho) * \rho^n$$

$P_o$  = Probabilidad de cero unidades en el sistema (la unidad de servicio está vacía) =

$$P_o = 1 - \frac{\lambda}{\mu} = (1 - \rho)$$

$P_{n>k}$  = Probabilidad de que más de "k" unidades estén en el sistema =

$$P_{n>k} = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{k+1}$$

#### Modelo B: Modelo de cola multicanal (M/M/S)

- Dos o más servidores o canales están disponibles para atender a los clientes que arriban.
- Los clientes forman una sola cola y se los atiende de acuerdo al servidor que queda libre.
- Asumimos que los arribos siguen la distribución de probabilidad de Poisson y los tiempos de servicio son distribuidos exponencialmente.
- Los servicios se los hace de acuerdo a la política *primero en llegar primero en ser servido* (PEPS) y todos los servidores atienden a la misma fila.

Formulación:

$M$  = número de canales abiertos

$\lambda$  = tasa promedio de arribo

$\mu$  = tasa promedio de servicio en cada canal

$P_o$  = Probabilidad de que existan CERO personas o unidades en el sistema =

$$P_0 = \frac{1}{\left[ \sum_{n=0}^{M-1} \frac{1}{n!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] + \frac{1}{M!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^M \frac{M\mu}{M\mu - \lambda}} \text{ para } M\mu > \lambda$$

$L_s$  = número promedio de personas o unidades en el sistema :

$$L_s = \frac{\lambda \mu \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^M}{(M-1)! (M\mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$$

$W_s$  = Tiempo promedio que una unidad permanece en el sistema,  
(en la cola y siendo servida (atendida)) =

$$W_s = \frac{\mu \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^M}{(M-1)! (M\mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{1}{\mu} = \frac{L_s}{\lambda}$$

$L_q$  = Número promedio de personas o unidades en la línea o cola, en espera de servicio =

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu} = L_s - \rho$$

$W_q$  = Tiempo promedio que una persona o unidad se  
tarda en la cola esperando por servicio =

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} = \frac{L_q}{\lambda}$$

#### 4.1.6 CONCEPTO DE PRONOSTICOS

La definición de pronóstico es simple, sin embargo envuelve muchas situaciones que influyen en su resultado o bien en el cumplimiento del mismo. "Un pronóstico es un inicio o una señal por donde se puede saber una cosa futura mediante indicios"<sup>3</sup>. El pronóstico juega un papel muy importante en la planificación de materiales, podemos encontrar pronósticos de abastecimiento, de condiciones, comerciales, de tecnología, precios, etc. Y en cualquiera de estas actividades el pronóstico es necesario para la toma de decisiones.

A pesar de que hoy en día el manejo de pronósticos es muy cotidiano en las pequeñas y medianas empresas, existen problemas en cuanto a la planeación de necesidades futuras. La problemática principal es la poca confiabilidad del pronóstico.

Algunos autores experimentados aclaran: "Si la demanda es inferior al pronóstico, el proveedor puede sospechar que el pronóstico original era un intento por obtener un precio favorable o alguna otra concesión. Si la demanda

<sup>3</sup>Enciclopedia Planeta Internacional. Editorial Planeta. Barcelona. Vol. 4, (sep.1988); p. 1400.

excede el pronóstico, los costos del proveedor pueden aumentar debido a la urgencia, las compras de emergencia, y cambios en los programas de producción."<sup>4</sup>

Ya entendido en que consiste un pronóstico la pregunta a realizar es la siguiente ¿Cuál es el mejor método para obtener un pronóstico? A continuación se van a dar una serie de pasos para determinar el método que más se acerque a lo que se desea establecer.

Depende de los datos, el propósito y la perspectiva del pronosticador: disponibilidad de la información, datos históricos de cuantos periodos, exactitud de los datos, y es de suma importancia que el pronosticador conozca los modelos y las técnicas a emplear.

Periodo: inmediato (< 1 mes); corto plazo (1-3 meses); mediano plazo (> 3 meses y < 2 años); largo plazo (> 2 años). "entre mas largo el plazo, menos exactos son los pronósticos.

Patrón de datos: presencia de tendencia, ciclo, variación estacional, o la combinación de ellos.

Exactitud deseada: es aceptable un error del 20% pero se manejan casi siempre entre el 1% y 5%.

Es común encontrar diversas técnicas para el planteamiento de pronósticos y se estas se van desarrollando a pasos agigantados, estas técnicas pueden ser cuantitativas y cualitativas y se pueden emplear separadas o en conjunto.

Técnica cualitativa:

Los métodos cualitativos de pronóstico son aquellos que "utilizan juicios administrativos, experiencias, datos relevantes"<sup>5</sup>. Los pronósticos cualitativos son útiles en las siguientes situaciones:

- Los datos históricos no son muy confiables.
- No existe una base histórica de datos como sucede en el caso de la introducción de productos nuevos al mercado.

Los pronósticos cualitativos no usan modelos específicos, lo que puede hacer que varios individuos que emplean un pronóstico cualitativo lleguen a conclusiones totalmente diferentes

A continuación se presenta un cuadro comparativo de los métodos cualitativos más empleados, indicando en que consiste, que aplicaciones tienen, su precisión y el nivel de costo incurrido por su utilización.

---

<sup>4</sup> ARBONES MALISANI, Eduardo. Logística Empresarial. Barcelona: Editorial Alfaomega, 1999. p.193.

<sup>5</sup> SCHROEDER Roger G. Administración de operaciones, concepto y casos contemporáneos. p. 232

Cuadro 1. Métodos Cualitativos de Pronóstico

Método cualitativo	Descripción del método	Usos	Corto plazo	Mediano Plazo	Largo plazo	costo relativo
Delphi	Se desarrolla con un panel de expertos que responden una serie de preguntas en rondas sucesivas, luego las respuestas se retroalimentan entre todos los participantes en cada ronda.	Pronósticos de ventas a largo plazo. Planeación de nuevas instalaciones y cambios de tecnología.	De regular a muy bueno.	De regular a muy bueno	De regular a muy bueno	De medio a elevado.
Encuestas de mercado	Se usan paneles, cuestionarios, encuestas para recolectar datos sobre las condiciones del mercado.	En las ventas totales de la empresa, principales grupos de productos o productos individuales.	Muy bueno.	Bueno	Regulat	Elevado
Analogía de los ciclos de vida	La predicción se basa en las fases de introducción, crecimientos y saturación de productos similares	Pronósticos de las ventas a largo plazo para planeación de la capacidad o de las instalaciones de la planta.	Malo.	De regular a bueno.	De regular a bueno.	Medio
Juicio informado	Un grupo o individuo hacen pronósticos basados en experiencias, creencias	Pronósticos para las ventas totales y los productos individuales.	De malo a regular.	De malo a regular.	De malo a regular.	Malo

Fuente: SCHROEDER, Roger. *Administración de operaciones, Concepto y casos contemporáneos*. 2 ed. Mac Graw Hill, 2004. p.233.

#### Técnica cuantitativa:

Los modelos cuantitativos de pronósticos son modelos matemáticos que se basan en datos históricos de la actividad de un artículo en particular, para pronosticar su actividad futura. Estos modelos suponen que los datos históricos son relevantes para el futuro.

Con esta técnica es indispensable conocer el comportamiento de los datos que tiene el histórico que se va a emplear para el pronóstico.

Series de Tiempo: Realiza un análisis de los patrones que ha presentado la demanda en el pasado para luego proyectar esos patrones al futuro. Se llama Series de Tiempo a un conjunto de observaciones sobre valores que toma una

variable (cuantitativa) en diferentes momentos del tiempo. El análisis consiste en encontrar el patrón del pasado y proyectarlo al futuro. Los componentes de las series de tiempos son:

- Tendencia: es el comportamiento de los elementos de un entorno durante un determinado tiempo y en los pronósticos es el sentido general hacia donde se inclina la grafica; esto puede ser de tres tipos positiva, negativa o estacionaria.
- ciclo: El componente cíclico es la fluctuación en forma de onda alrededor de la tendencia, afecta por lo regular por las condiciones económicas generales. Los patrones cíclicos tienden a repetirse.
- Estacionalidad: Patrones de cambio en una serie de tiempos en una año. Tales patrones tienden a repetirse cada año. El componente estacional se refiere a un patrón de cambio que se repite a si mismo año tras año. En el caso de las series mensuales, el componente estacional mide la variabilidad de las series de enero, febrero, etc. En las series trimestrales hay cuatro elementos estacionales, uno para cada trimestre. La variación estacional puede reflejar condiciones de clima, días festivos o la longitud de los meses del calendario.
- Componente aleatorio: mide la variabilidad de las series de tiempo después de retirar los otros componentes.

En la series de tiempo, se reúnen varios métodos y se incorporan para lograr una estimación al futuro.

- Tendencia lineal o regresión lineal simple

La recta  $f_t$  estimada, la ecuación será:

$$\hat{f}(t) = \hat{a} + \hat{b}_t \quad \text{donde} \quad \hat{a} = \text{Intersecto Y (Estimado)}$$

$$\hat{b} = \text{Pendiente Estimada}$$

La diferencia que se produce entre los valores reales de la serie  $f_t$  y los valores estimados  $\hat{f}_t$  es el error  $E_t$

$$\Rightarrow E_t = (f(t) - \hat{f}(t)) \quad , t = 1, 2, \dots, n$$

$$\text{Error Cuadrático } (E_t)^2 = ((f_t) - (\hat{f}_t))^2$$

$\Rightarrow$  Derivando parcialmente, igualando a cero y resolviendo el sistema de ecuaciones tenemos:

$$\hat{a} = \frac{2(2n+1)}{n(n-1)} \sum_{t=1}^n f(t) - \frac{6}{n(n-1)} \sum_{t=1}^n (t * f(t))$$

$$\hat{b} = \frac{12}{n(n^2-1)} \sum_{t=1}^n (t * f(t)) - \frac{6}{n(n-1)} \sum_{t=1}^n f(t)$$

La ecuación para pronosticar t periodos en el futuro, está dada por:

$$\hat{f}(n+t) = \hat{a} + \hat{b}_{(n+t)}$$

El estimador de la varianza del error pronosticado ( $S^2$ ) Se calcula así:

$$S^2 = \frac{1}{n-2} \sum_{t=1}^n (f(t) - \hat{f}(t))^2 \Rightarrow S^2 = \frac{1}{n-2} (Et)^2$$

La varianza del error pronosticado  $S^2$  es:

$$S_f^2 = S^2 \left( 1 + \frac{1}{n} + \left[ \frac{((n+t) - \bar{t})^2}{\sum (t - \bar{t})^2} \right] \right)$$

En donde

$$\bar{t} = \frac{(-\sum t)}{n}$$

Puesto que  $S^2$  está distribuida con una función t – student,  $S^2_f$ , también tiene una distribución t – student. Un intervalo de confianza del 95% alrededor del punto pronosticado esto dado por:

$$\bar{f}(t-\tau) - \tau 0.005 S_f \leq \bar{f}(t-\tau) \leq \bar{f}(t-\tau) + \tau 0.005 S_f$$

$$\tau 0.025, 10 = 2.228$$

Tabla t – Student

- Regresión lineal con ajuste de mínimos cuadrados

Se aplica cuando el análisis de dispersión de la información histórica presenta una tendencia lineal sin fluctuaciones altas y bajas muy marcadas.

$$y = a + bx$$

$$a = \frac{\sum y}{n} \qquad b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

$$r = \frac{N(\sum zy) - (\sum y)(\sum z)}{\sqrt{N(\sum y^2) - (\sum y)^2} * \sqrt{N(\sum z^2) - (\sum z)^2}}$$

- Tendencia exponencial o regresión exponencial

Supone un comportamiento de la información base en donde no es posible realizar el ajuste mediante una línea recta, pues su tendencia es a aumentar de manera gradual hasta formar una curva leve. Significa un incremento o disminución porcentual uniforme, en lugar del incremento o decremento constante ejemplificado por la recta.

$$y = ab^x$$

En donde:

$$\text{Log}y = \text{Log}a + x\text{Log}b$$

$$\text{Log}a = \frac{\sum \text{Log}y}{n} \quad ; \quad \text{Log}b = \frac{\sum (x\text{Log}y)}{\sum x^2}$$

$$r = \frac{N(\sum wy) - (\sum y)(\sum w)}{\sqrt{N(\sum y^2) - (\sum y)^2} * \sqrt{N(\sum w^2) - (\sum w)^2}}$$

- Tendencia en Forma de S o regresión logarítmica

Las ventas de un producto van creciendo después del lanzamiento para luego ir disminuyendo en la medida en que va alcanzando su madurez:

$$F(t) = \alpha + \beta * \text{Log}(t)$$

En donde:

$$\beta = \frac{n * \sum (Dt * \text{Log}(t)) - [\sum Dt * \sum \text{Log}(t)]}{n * (\sum (\text{Log}(t))^2) - (\sum \text{Log}(t))^2}$$

$$\alpha = \frac{\sum (\text{Log}t * Dt) - \beta(\sum \text{Log}t)}{n}$$

$$r = \frac{n * \sum (Dt * \text{Log}(t)) - \sum \text{Log}(t) * \sum Dt}{\sqrt{[n * \sum (\text{Log}(t))^2 - (\sum \text{Log}(t))^2] * [n * \sum (Dt)^2 - (\sum Dt)^2]}}$$

- Promedios Simples o Promedios Móviles

Simple: Es uno de los métodos que forman parte del grupo de técnicas de los índices de temporada.

$$y = a + bx^0$$

$$y = \frac{\sum y}{n}$$

Móvil: Es una técnica que se utiliza en pronósticos a corto plazo. Al presentarse cambio en el patrón de la información histórica, por la presencia marcada de una tendencia, ciclaje, estacionalidad o combinación de éstas, la técnica de los promedios móviles no se adapta rápidamente al cambio.

$$S_{(t+1)} = (D_t / n) - (D_{t-n} / n) + S_t$$

Donde:

$S_t$  = Pronóstico para el periodo t + 1

n = Número de observaciones para el promedio

Con esta explicación se busca entonces el método de pronóstico que cumpla con las características de acuerdo al patrón de datos como se observa en el cuadro siguiente.

Cuadro 2. Patrón de Datos vs Método de Pronóstico

PATRÓN DE DATOS	MÉTODO DE PRONÓSTICO
Estacionario	Ingenuo
	Promedios Móviles
	SE Simple
	SE de Respuesta Adaptada
De tendencia lineal	SE de Holt
Tendencia y Estacionalidad	SE de Winters
Curva S	Modelo de Bass basado en la Regresión
De tendencia lineal y no lineal con o sin estacionalidad	De tendencia
Cualquier patrón	Causal
De tendencia, estacionales y cíclicos	Descomposición en ST
Estacionario o transformado en estacionario	ARIMA

Fuente: Adaptado de Holt et. Al (2007) *Business Forecasting with accompanying excel based Forecast TM software*, p. 57.

Las técnicas del método de series de tiempo son técnicas que toma como información los datos históricos de la demanda durante un periodo

determinado, se fundamenta proyectar una tendencia basada hacia el futuro teniendo en cuenta que la información pasada tiene mucha relación con el presente.

A continuación se dan las definiciones de los métodos más usados en los pronósticos.

- a) Winter sin Variación Estacional: Es un método que permite determinar el pronóstico con componentes como el promedio, la tendencia y estacionalidad.
- b) Box and Jenkins: Este método se basa en la premisa de que el comportamiento de los datos sucesivos está influenciado por los datos del pasado que conforman la serie. Es útil cuando las observaciones entre sí tienen un intervalo breve, de modo que se obtenga un histórico relativamente largo. Se usa para horizontes de planeación a corto plazo.
- c) Suavización Exponencial: Es una técnica que emplea un factor de ponderación que se denomina índice de suavización ( $\alpha$ ) que fluctúa entre valores que van desde 0.1 hasta 0.9. Con esta técnica es posible calcular un nuevo promedio conociendo un promedio antiguo y la demanda observada más reciente.

Los pronósticos constituyen una herramienta para las diferentes partes de la empresa, como por ejemplo el departamento de mercadotecnia los utiliza para planear la venta o la introducción de productos nuevos, creando estrategias de promoción y fijación del precio; el departamento financiero los emplea para la estimación de costos, elaboración de presupuestos; el departamento de recursos humanos los necesita para saber cuáles son los requerimientos de personal y elaboración del presupuesto de personal y finalmente en las decisiones de operaciones, los pronósticos, indican cómo se debe diseñar el proceso, planear la capacidad e inventario saber el recurso necesario para poder cumplir con los objetivos que exige la operación.

## 4.2 MARCO LEGAL

Para las empresas de mensajería es importante tener control de la mercancía que se va a administrar en las instalaciones de la misma y durante el transporte para su destino final. Y esto contempla una serie de normas para poder estipular hasta qué punto es responsabilidad de la compañía por alguna irregularidad y en qué momento el que incurre en la irregularidad es el cliente. En esta investigación se abordará la parte legal en los procesos que se están analizando (Cierres de Planillas de Reparto, Recolección y digitación de guías);

#### Responsabilidad de Envía Colvanes Ltda:

Todo envío ya sea documento o mercancía debe tener su guía correspondiente, y es responsabilidad de la compañía cerciorarse que así sea. Los digitadores son los responsables de ingresar correctamente la información que se encuentra en la guía al sistema para que el cliente y el operador logístico puedan hacer el respectivo seguimiento del envío.

El mensajero es el responsable de entregar en buen estado el envío al destinatario.

Cuando suceda cualquier novedad y el envío no se pudo entregar en la fecha indicada se debe reportar a la central para poder ingresar la novedad al sistema y así poder comunicarse con el cliente.

El mensajero debe verificar el estado del envío antes de realizar la recolección y si tiene algún tipo de daño reportar la novedad en la central antes de recoger el envío.

Todos estos puntos se deben hacer con estricto control ya que si se comete en algún error en cualquiera de ellos puede causar una demanda por parte del cliente hacia la compañía perjudicando la credibilidad del servicio prestado: cabe anotar que estos son algunas de las principales causas las cuales generan principal preocupación en la compañía, y para disminuir estos inconvenientes se tiene implementado un Sistema de Gestión Integral HSEQ que garantiza la satisfacción de los clientes transportando y administrando sus mercancías y documentos, con un equipo humano competente motivado dentro de un ambiente de trabajo seguro; orientados al mejoramiento continuo de los procesos, prevención de lesiones y enfermedades, prevención de la contaminación y el cumplimiento de los requisitos legales aplicables.

#### Responsabilidad del cliente:

Dar la información exacta de: Nombre del destinatario, razón social (si es una empresa o una persona jurídica), división (en caso de que el destinatario sea un área de una compañía), nombre del Contacto (alguien a quien podamos acudir en caso de ser necesario), dirección completa (lo más clara posible: indicando "apartamento", "casa", "bloque", "interior", "piso", etcétera), Teléfono y Ciudad.

El cliente no debe enviar los siguientes artículos:

Mercancías mal empacadas, mercancías de contrabando, restringidas o controladas por las autoridades, productos químicos inflamables, corrosivos o tóxicos, puesto que estos pueden representar peligro para los demás envíos, alimentos perecederos, cristalería, cerámica, yeso y mármol, vidrio que no esté enguacalado y empacado en posición de filo, Muebles armados, tabaco y bebidas alcohólicas, Obras de arte, plantas naturales almohadas,

colchones, cojines, electrodomésticos que no se encuentren en su empaque original: "Línea Blanca, estufas, neveras, lavadoras, refrigeradores, secadoras, hornos y similares por lo delicado de su estructura que puedan deformarse con el contacto con otras unidades" ancho de 2 metros y 4 metros de largo mercancía empacada con cabuya o cuerda, líos (dos o más unidades unidas con suncho y cinta), pipetas (de gas, de oxígeno, ni llenas ni vacías), armas, explosivos, narcóticos en general, aparatos eléctricos o electrónicos de alta precisión y valores como joyas, cheques o dinero.

El cliente no debe enviar estos artículos ya que por pérdida o daño de alguno de estos envíos no será responsabilidad de Envía si no del cliente, además en la guía el cliente debe anotar que contiene el envío y si dice algún tipo de esta mercancía Envía no la recogerá.

### 4.3 MARCO HISTÓRICO-GEOGRÁFICO

#### 4.3.1 ENVIA COLVANES

El 11 de marzo de 1996 nació *envía*, soportada por un grupo empresarial de más de 30 años de experiencia, inició labores en el negocio del manejo y administración de mercancías a nivel nacional.

Años más tarde, frente a los nuevos retos del mercado, *envía* creó su unidad de negocios de mensajería con un nuevo portafolio de servicios pensado para satisfacer las necesidades de transporte y administración de documentos, correos, cartas y manejo masivo de documentos.

La misión de la compañía es transportar y administrar mercancías y documentos a nivel Nacional e Internacional, satisfaciendo las necesidades y expectativas de los clientes, para contribuir al desarrollo del país. Y la visión es ser la primera Empresa del país en el Transporte y Administración de mercancías y documentos, proyectada hacia la comunidad Andina de Naciones

En este año *envía* cumple ya 10 años en el mercado, y este acontecimiento marca un nuevo reto para la organización y su grupo empresarial con presencia en Colombia desde hace más de 30 años. Con un portafolio amplio, una infraestructura fortalecida, la mejor cobertura, el parque automotor más grande en el país, la última tecnología y la certificación de calidad de todos sus productos, *envía* tiene como visión proyectarse, consolidarse y desarrollarse hacia nuevos mercados, siempre enfocándose en la satisfacción de las necesidades de los clientes y de las empresas.

De los procesos que se van a analizar para el MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE CIERRES DE PLANILLAS DE REPARTO, PLANILLAS DE RECOLECCIÓN Y DIGITACIÓN DE GUIAS se comprende en uno de los servicios que ofrece la compañía y es el de mensajería especializada (me) que consiste en: Sobres, documentos, cajas o paquetes de 1 a 2 kilogramos, por unidad de empaque. También transportamos sobres, cajas, o paquetes de 3 a 5, kilogramos por unidad de empaque

### 4.3.2 DISEÑO DE MODELOS DE SIMULACIÓN

Una verdadera articulación entre la academia y el medio solamente se logra teniendo un contacto directo de las empresas con el futuro profesional y combinando adecuadamente la gestión realizada por las organizaciones en dos frentes que son ideales: investigación y desarrollo, con el ánimo de adecuar constantemente las necesidades y competencias necesarias que debe poseer el futuro profesional<sup>6</sup>.

A finales de la década de los sesenta, conforme se estaban escribiendo los primeros manuscritos para la revista académica *Simulation & Games* (Vol.1 No.1), la idea de diseñar ambientes simulados para enseñar. El proceso de aprendizaje consistía típicamente de un educador inteligente capaz de construir y transmitir conocimiento sobre un tema en particular a alumnos mediante la utilización de la tecnología de instrucción aceptada entonces: libros, artículos y exposición presencial de cátedra.

Según investigaciones realizadas en varios países, se ha demostrado que el uso de simuladores en los programas educativos contribuye al desarrollo de competencias para la toma de decisiones, estos software resultaron ser una herramienta útil para representar situaciones reales presentadas en las organizaciones mediante un ambiente didáctico. Así mismo, la identificación, reconocimiento y transferencia de las diversas formas de aprendizaje y las capacidades adquiridas a lo largo y ancho de la vida se ha ido posicionando como una perspectiva necesaria para hacer realidad la sociedad del conocimiento.

El método de casos es actualmente el mejor mecanismo de enseñanza para la educación superior y entrenamiento de profesionales; ya que consiste en una discusión controlada buscando la solución de una situación real, mediante la exposición de ideas de los alumnos, con la experiencia del instructor. El método de casos permite desarrollar habilidades para identificar y definir problemas con base en un análisis crítico. Así mismo, desarrollar habilidades y actitudes para participación en grupos y proponer posibles cursos de acción. No obstante, hay poca oportunidad de llegar a una aplicación real de las soluciones de manera que se pueda obtener retroalimentación por parte del sistema.

El uso de simuladores computarizados data de la segunda mitad del siglo pasado. El motor intelectual de su uso se asigna a la contribución de John Dewey en su obra "Education and Experience" en donde argumentaba en contra del exceso de teoría. La primera simulación gerencial fue, diseñador de un simulador especialmente interesante (U. of Pittsburg Production Organization Experiment) estimó en 1964 que existían más de 100 simulaciones. Graham y Gray publican una descripción en 1969 de 180 simuladores computarizados. Fue en ése mismo año 1969 cuando se publica la primera colección anotada de simuladores<sup>7</sup>.

La velocidad de adopción de simuladores, juegos y otras formas de aprendizaje en base a la experiencia aumentó enormemente en los 70's y en los 80's. Representaron una alternativa atractiva y novedosa a la exposición tradicional de cátedra y otros métodos de dispensar información en una sola dirección. Por estas razones fueron adoptados muy amplia y entusiastamente por profesores

---

<sup>6</sup> Estudio realizado por GOMEZ Diego José, ARIAS Rubiela como investigadores del grupo ECAES UDFI para optar su título de Ingenieros: Análisis de competencias para el desempeño laboral del ingeniero industrial, Febrero 2006 Universidad Distrital.

<sup>7</sup> *Ibíd.* P.45

y alumnos. Los métodos experimentales de instrucción tenían el potencial de eliminar muchas de las limitaciones del paradigma tradicional. Acomodan enfoques más complejos y diversos del proceso y consecuencias del aprendizaje; permitían interactividad: promovieron colaboración y aprendizaje entre pares; permitieron tocar temas preceptuales y también emocionales; y quizás lo más importante, estimularon el aprendizaje activo.

La velocidad de adopción, sin embargo, no tuvo una contraparte en la velocidad de análisis y evaluación. Por ejemplo rara vez se examinaron las diferencias fundamentales entre simuladores con parámetros externamente (estructurados por diseño) o parámetros internamente (estructurados por los papeles emergentes e interacciones).

Durante los años 80 las simulaciones crecieron especialmente en complejidad. Sin duda la más compleja fue la simulación usada en el Ejercicio ACE de la Organización del Atlántico Norte en 1989 en la que participaron tomando decisiones 3,000 comandantes durante once días seguidos. Hacia 1996, una encuesta dirigida por Anthony J. Faria, encontró en los Estados Unidos a 11,386 instructores universitarios usando simuladores en las universidades americanas, y a 7,808 empresas usando simuladores en la capacitación de su personal.

#### 4.4 MARCO SOCIAL

En primer lugar, se debe tener en cuenta que el clima y ambiente laboral de una organización formada por seres humanos, personas empleadas en ellas, es bastante subjetivo por multitud de variables o factores que interaccionan entre sí de diversa manera según las circunstancias y los individuos.

Así, los aspectos anímicos, familiares, sociales, psíquicos, de educación y formación, económicos o sucesos que rodean la vida de cada individuo, en cada momento de la misma, influyen en su consideración del clima laboral de su empresa, estos diversos aspectos, que se entrelazan en la vida de una persona, puede generar un ambiente laboral tanto positivo o negativo.

Todo esto influye en la actividad laboral diaria generando un ambiente social, involucrando operarios, supervisores, jefes de área, personal administrativo, gerencia, entre otros y todo acaba por influir en su percepción, por formar parte de un estado de ánimo determinado.

Pero, aunque se tenga en cuenta todo eso, es posible efectuar mediciones de clima y ambiente laboral. Estas van a reflejar lo que hay en la mente y en los sentimientos de los empleados que intervengan en ellas.

Hay varios factores que se pueden considerar que intervienen en la percepción del clima laboral como el la motivación en la empresa, motivación en el trabajo, motivación económica, ambiente laboral, ambiente de trabajo, en fin se puede buscar una serie de factores que se involucran en la sociedad de la organización, pero en este caso para la comunidad que integra la compañía

Envía Colvanes Ltda en cada uno de los procesos que se están analizando en este proyecto de grado se van a abordar los siguientes aspectos a nivel social:

- Jornada laboral: En este caso para esta monografía de grado el personal involucrado tiene una jornada laboral nocturna teniendo turnos desde las 7pm hasta las 5am, por lo cual estas personas van a tener una serie de inconvenientes sociales y de salud que les afectara su vida cotidiana.

Diversos estudios señalan que los trabajadores de turnos de noche pierden cinco años de vida por cada quince de jornada laboral, se divorcian tres veces más que el resto de sus compañeros y tienen un 40% más de posibilidades de padecer trastornos neuro-psicológicos, digestivos y cardiovasculares. Los especialistas enumeraron que algunas de las consecuencias de este horario de trabajo son insomnio, irritabilidad, angustia, depresión, trastornos digestivos, ataques de pánico, enfermedades cardiovasculares por un estrés crónico, unido a adicciones a tranquilizantes, excitantes o alcohol y tabaco. La causa principal de los trastornos es que el descanso diurno es "poco reparador", ya que durante el día los parámetros biológicos tienen unas constantes naturales diferentes a las de la noche, en que el organismo se prepara para descansar. Los ritmos biológicos naturales y saludables coinciden con el día y la noche.

A consecuencia de estos estudios se tiene en cuenta que la rotación del personal es alta, y en Envía Colvanes Ltda esta rotación afecta el rendimiento de los procesos disminuyendo la eficiencia de la operación.

- Tiempo extra: en muchas ocasiones los operarios trabajan mas de 8 horas diarias para poder cumplir con toda la operación nocturna y es por esto que este personal se le observa agotado y no esta ofreciendo su máximo potencial para poder cumplir con sus labores, estudios realizados dicen que las altas jornadas laborales produce estrés, alta presión sanguínea y disminución de su capacidad en concentrarse afectando el rendimiento del trabajador.

Con solo estos aspectos genera un ambiente laboral que impacta en el rendimiento individual, grupal y a su vez organizacional y de ésta última depende que el clima laboral sea positivo, mejorando las condiciones laborales y disminuyendo el estrés de la labor de cada uno de los operarios involucrados en la operación.

#### 4.5 MARCO ECONÓMICO

Las empresas buscan para cualquier tipo de decisión el interés económico y en este caso no es la excepción, todo mecanismo que ayude a una empresa para disminuir sus gastos será bienvenido por la organización y será una herramienta más para cumplir con los objetivos planteados por toda compañía aumentar la utilidad neta, "el exceso del total de ingresos sobre el total de egresos se llama utilidad neta, ganancia neta o ingreso neto. En caso de que el

total de egresos sea mayor que el de los ingresos, el resultado es una pérdida neta”<sup>8</sup>.

Como cabe anotar Envía Colvanes Ltda es una compañía que busca el mejor rendimiento posible para obtener resultados satisfactorios y así poder competir con más fuerza y buscar más aun su visión organizacional. Con el proyecto se pretende tener los resultados más favorables que ayuden a la organización a alcanzar sus objetivos y ser cada día más eficientes.

Las empresas son las unidades de producción y comercialización de bienes y servicios. En la compañía se reúnen y organizan los diversos factores económicos con la perspectiva de alcanzar determinados objetivos. Esta es a la vez una acción encaminada a un fin, que importa poner en juego, actividad, valor, energía u otras cualidades parecidas. Toda organización necesita de varias variables para poder subsistir como tal necesitan de recursos como el recurso humano, técnico, tecnológico, de materiales, institucionales, legales, de tiempo y recurso económico; pero todos ellos necesitan un equilibrio para poder ser eficiente y cumplir con las expectativas que se proponen los directivos de cada organización, por esto es muy importante controlar la parte económica ya que cualquiera de los recursos anteriores significan una sola cosa, dinero y por consiguiente si se busca una alternativa para disminuir costos, pues será acogida con el mayor de los gustos, pero si se esta perdiendo tiempo o se están aumentando los gastos operativos, viendo que no hay un crecimiento de ventas, pues se buscara a toda costa disminuir estos gastos con toda la objetividad del asunto para no tener traumatismos con el cliente y poder cumplir con sus demandas.

---

<sup>8</sup> HORNGRE, Charles. Contabilidad: un enfoque aplicado a México. 5 edición. México: Pearson Educación, 2004. p.17.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para llevar a cabo la investigación fue necesario estructurar el trabajo y enfocarlo directamente en el área del cierre de la operación, el tipo de investigación que se utilizó se maneja dentro de un tipo descriptivo ya que se manejan aspectos como medición, ubicación y descripción de las variables.

### 5.2 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Logística de distribución y transporte

### 5.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

De acuerdo a las características del proceso la cual indica que la cantidad de personal que está involucrado en estas operaciones son entre 80 y 100 personas aproximadamente, se va a recolectar la información al 100% de la población que participa en ella para que los datos sean más acertados y así poder tener menor margen de error; también por parte gerencial se quiere evaluar a cada operario para tener una idea clara de quienes están afectando el proceso y poder tomar decisiones como mejorar y darle motivación a estas personas para que se vuelvan más productivas. En el proceso de digitación se va a realizar un método estadístico para determinar cuántas muestras tomar después de conocer la cantidad de guías promedio digita el personal.

### 5.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA POBLACIÓN

La población que participa en los procesos involucrados de esta investigación se va a dividir de acuerdo a la función que realiza durante el sistema:

Mensajeros: el 100% son hombres con una edad promedio aproximadamente entre los 30 y 40 años.

Auxiliar de ventanilla y digitadores: Son personas de ambos sexos en una proporción de; 70% son mujeres y el 30% son hombres con una edad promedio de 20 a 30 años.

## 5.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA

De acuerdo al tamaño de la empresa y a la cantidad de personas que intervienen en los procesos de la investigación se va a realizar los siguientes criterios para seleccionar la muestra:

### 5.5.1 Total de guías digitadas en un día

Se realizó una muestra para determinar la cantidad de guías que está manejando la compañía para comprobar si el total de operarios que están realizando estas tres operaciones son suficientes para cumplir con la demanda. Con el resultado que se obtenga se va a probar el modelo de simulación.

N: tamaño de la población que en este caso no se conoce la población total.

n: Es el tamaño de los datos que se van a tomar durante el estudio de la investigación.

Z: Valor correspondiente a la distribución de Gauss que indica el nivel de seguridad que se desea tener 1,96 para  $\alpha = 0,05$  y 2,58 para  $\alpha = 0,01$ , en este caso se tomó un nivel de seguridad del 99%.

p: Prevalencia esperada del parámetro a evaluar. En caso de desconocerse, aplicar la opción más desfavorable ( $p=0,5$ ), que hace mayor el tamaño muestral.

$q = 1 - p$

i: Error que se prevé cometer. Por ejemplo, para un error del 10%, introduciremos en la fórmula el valor 0,1. La precisión del 5% es la ideal, pero requiere tamaños muestrales bastante elevados. La precisión del 10% puede ser suficiente en la mayoría de los casos.

De acuerdo a la anterior explicación se va a optar por la siguiente fórmula ya que no se conoce el tamaño total de la población.

$$n = Z_{\alpha}^2 \frac{p \cdot q}{i^2}$$

$$Z = 1,96$$

$$p = 0,5$$

$$q = 0,5$$

$$i = 0,1$$

$$n = 1,96^2 \frac{0,5 \times 0,5}{0,1^2} = 96$$

Son 96 datos que se van a tomar para encontrar la media y así conocer la cantidad de guías que digitan durante la jornada laboral.

El promedio de guías digitadas en la jornada laboral es de 11.202 ver Anexo A.

#### 5.5.2 Llegada de mensajeros a la fila (teoría de colas):

Se escogieron los días de lunes a viernes durante las cuatro semanas del mes de febrero del 2009, esto se hace para tener claro como es el comportamiento durante este periodo del año ya que el movimiento de cada mes es diferente; lo cual se debe realizar un análisis para cada periodo mensual del año y como se está observando la viabilidad del proyecto, si éste resulta favorable la organización va a realizar el análisis de cada uno de los doce meses que contiene un año.

#### 5.5.3 Digitación de guías:

Con una base de datos de dos meses se obtuvo un promedio de digitación de guías diarias de 11.202 aproximadamente y con esta cantidad se tomo para realizar el análisis estadístico para determinar el total de datos que se deben tomar y a continuación se explica la metodología que se adopto para este estudio.

N= 11.202 (guías tamaño de la población que en este caso es el total de guías digitadas durante un día).

$$Z= 2,58$$

$$p= 0,5$$

$$q= 0,5$$

$$i= 5\%$$

$$n= 628$$

Formula con población finita

$$n = Z_{\alpha}^2 \frac{N \cdot p \cdot q}{i^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

Como se había mencionado anteriormente se tomo el tiempo de cada uno de los digitadores para realizar la evaluación que desea gerencia; y se decidió tomar 80 referencias a cada uno de ellos para un total de 1.120 datos que

supera el tamaño de la muestra y que en realidad mejora la exactitud en los datos obtenidos.

#### 5.5.4 Cierre de planillas de Reparto y Recolección:

En estos procesos se determino que el método para obtener la muestra que se realizaría será con un tamaño de población desconocida lo cual nos conduce a la siguiente formula.

Formula con población desconocida:

$$n = Z_{\alpha}^2 \frac{p \cdot q}{i^2}$$

Resultados:

N= desconocido

Z= 2,58

p= 0,5

q= 0,5

i= 5%

**n= 666**

La cantidad de auxiliares de ventanilla que realizan estas actividades son 7 entonces para la tomar tiempos a cada uno de ellos es de 96, con un total de 672 datos ampliando el total de la muestra recomendada por la función.

#### 5.6 INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para recolectar los datos hay que seleccionar un instrumento de medición, aplicarlo y preparar la medición, obtener los resultados, analizar los resultados para que posteriormente, se generen recomendaciones, conclusiones y propuestas de mejoras.

Para la recolección de los datos se utilizaron formatos para cada uno de las observaciones a evaluar, agenda, un cronometro digital, se utilizaron ayudas informáticas como son las hojas de cálculo Microsoft Excel y el análisis minucioso para determinar el momento indicado para realizar la toma de tiempos.

## 5.7 INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

### 5.7.1 Llegada de mensajeros.

La teoría de las colas incluye un estudio matemático de las colas o líneas de espera. La formación de líneas de espera es, por supuesto, un fenómeno común que ocurre siempre que la demanda actual de un servicio excede a la capacidad actual de proporcionarlo.

Una característica de la fuente de entrada es su *tamaño*. El tamaño es el número total de clientes que pueden requerir servicio en determinado momento, es decir, el número total de clientes potenciales distintos. Esta población a partir de la cual surgen las unidades que llegan, se conocen como población de entrada, puede suponerse que el tamaño es *infinito o finito* (de modo que también se dice que la fuente de entrada es *ilimitada o limitada*.) Como los cálculos son muchos más sencillos para el caso infinito, esta suposición se hace muy seguida aun, cuando el tamaño real sea un número fijo relativamente grande y deberá tomarse como una suposición implícita en cualquier momento que no se establezca otra cosa. La fuente de entrada para este caso son los mensajeros que llegan a cerrar las planillas de reparto y de recolección y se obtuvo por medio de el jefe del área de mensajería que proporciono este dato.

Total de mensajeros: 80

A partir de acá se inicio la toma de los tiempos de llegada de cada uno de los mensajeros para obtener la información necesaria y así poder realizar con satisfacción el proyecto. El proceso de recolección de estos datos se realizo de la siguiente manera:

Una persona se encargo de tomar los tiempos de llegada a la cola desde las 4:30 p.m. hora la cual inician esta actividad de cierre de Planillas de Reparto y cierres de Planillas de Recolección; esta persona se ubico a la entrada del área de la operación y con cronometro en mano inicio la toma de tiempos de la llegada de cada uno de los mensajeros teniendo mucho cuidado que no repitiera ningún mensajero y con la ayuda de un analista de operaciones se estableció con los mensajeros tener un orden adecuado para colocarse en la fila y que ningún mensajero podría guardarle puesto a otro para no afectar la muestra y terminaba al saber que los 80 mensajeros ya habían llegado a la cola. ver tabla 1.

Para la toma de estos datos se estableció los 5 primeros días de la semana durante 4 semanas para tener una confiabilidad alta y mirar si existe alguna diferencia entre los cada uno de los días de lunes a viernes.

Tabla 1. TOMA DE TIEMPOS LLEGADA DE LOS MENSAJEROS

TOMA DE TIEMPOS LLEGADAS DE MENSAJEROS DIAS																				
HORA DE LLEGADA	DIAS																			
	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes
4:30	3	0	0	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4:43	1	2	0	0	0	0	2	1	1	3	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0
4:45	1	1	0	0	3	3	0	3	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	1
4:46	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	4	1	0	0
4:47	2	0	0	0	0	1	3	3	0	1	0	1	1	3	0	0	1	0	1	1
4:48	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
4:49	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0
4:50	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
4:51	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	2	0	2
4:52	1	0	1	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
4:53	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4:54	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
4:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	2	1	0	0	0	1	0	1	1
4:56	0	1	0	1	2	0	0	9	0	4	1	0	1	1	1	0	5	0	0	0
4:57	0	0	3	3	3	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	2	0
4:58	0	0	1	7	0	0	0	6	0	7	1	0	0	0	1	1	0	2	0	2
4:59	1	0	1	2	2	0	2	0	0	0	0	1	1	2	1	0	1	0	0	0
5:00	3	0	0	1	0	2	0	0	4	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
5:01	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
5:02	0	1	1	1	0	3	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
5:03	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	2	0
5:04	3	1	0	0	1	4	0	0	1	2	0	0	2	0	0	0	0	1	5	0
5:05	2	1	3	1	1	3	3	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
5:06	1	1	1	1	0	1	0	0	0	3	1	5	1	0	0	0	0	1	1	3
5:07	1	0	3	1	2	2	0	0	0	3	1	0	3	1	0	0	0	1	2	0
5:08	1	2	1	2	2	3	0	0	0	4	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0
5:09	2	0	1	2	1	3	7	3	5	1	3	1	2	1	0	1	0	0	1	0
5:10	0	0	1	0	1	1	1	6	0	0	1	1	2	1	1	1	0	2	0	0
5:11	0	0	1	1	3	6	0	0	1	1	2	0	1	1	0	1	0	2	0	3
5:12	1	0	2	4	2	4	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	1	2	0	0
5:13	1	1	1	0	0	5	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	2	1	4
5:14	2	2	1	1	0	1	0	1	0	1	5	1	1	1	1	0	0	0	4	4
5:15	2	0	2	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	2	0
5:16	1	0	1	1	2	0	0	0	0	2	0	1	0	1	1	0	0	2	1	1
5:17	0	0	1	1	1	5	0	0	1	1	1	3	0	0	1	0	0	3	4	0
5:18	1	1	1	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	1	0	0	7	2	0
5:19	0	2	1	1	0	4	1	0	1	2	1	1	1	0	1	1	0	4	0	0
5:20	0	2	0	2	0	0	1	4	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
5:21	1	0	0	3	1	0	1	0	1	3	0	3	2	2	0	0	2	1	1	2
5:22	0	2	2	2	2	0	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	6
5:23	0	1	1	2	2	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	2	0	1	1
5:24	0	1	1	1	0	4	4	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	0	0
5:25	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	6	1	1	1	1	0	2	1	2	0
5:26	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
5:27	0	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	0	0
5:28	1	1	1	1	2	1	0	0	3	0	2	4	2	2	1	1	2	1	0	1
5:29	1	1	0	2	1	1	2	3	3	1	1	1	1	1	1	0	2	1	2	0
5:30	0	1	1	1	1	1	3	6	0	0	4	1	0	1	1	1	0	0	1	0

Fuente: Autor

Tabla 2. TOMA DE TIEMPOS LLEGADA DE LOS MENSAJEROS

TOMA DE TIEMPOS LLEGADAS DE MENSAJEROS DIAS																				
HORA DE LLEGADA	DIAS																			
	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes
5:31	0	1	1	1	2	0	4	0	2	0	1	3	1	0	1	1	1	1	2	0
5:32	2	2	1	1	1	3	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	0	0	1	0
5:33	1	1	0	0	1	0	4	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	0	1
5:34	2	0	0	1	1	0	1	0	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	0	1
5:35	1	0	0	0	1	0	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	0	1	0	4
5:36	0	2	0	1	2	0	2	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
5:37	1	0	1	1	1	0	0	1	2	0	1	1	1	1	1	1	0	1	4	0
5:38	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	3
5:39	1	0	1	0	1	3	0	0	4	0	1	0	1	2	0	0	0	1	0	1
5:40	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	0	0	0	2	4
5:41	0	1	1	2	2	0	0	2	2	0	2	0	1	1	0	0	2	0	1	0
5:42	0	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	2	1	1	0	1
5:43	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	1	1	2	2	0	1	1
5:44	0	1	2	1	1	0	1	0	2	1	1	0	1	1	1	2	3	1	1	1
5:45	1	0	1	3	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	2	0	0	1	1
5:46	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	2	1	1	2	1	0	1	1
5:47	0	1	1	0	1	0	0	3	1	0	0	0	1	0	1	1	3	0	1	0
5:48	0	1	1	0	1	0	0	0	3	1	0	0	0	2	1	2	1	1	1	0
5:49	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	1	2	1	2	3	1	0	0
5:50	0	1	1	1	1	0	0	2	0	0	0	0	1	2	1	0	1	0	0	0
5:51	1	2	1	0	1	0	0	2	1	0	1	1	0	2	1	1	2	3	0	0
5:52	1	0	4	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	1	0	0
5:53	1	2	2	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	4	1	0	0	0
5:54	0	0	3	1	1	0	2	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1
5:55	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
5:56	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
5:57	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1
5:58	0	0	1	0	0	3	3	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
5:59	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
6:00	1	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	1	1	1	4	1	1	0	1	0
6:01	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
6:02	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
6:03	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	11	0	0	2
6:04	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
6:05	1	0	0	0	1	0	2	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1
6:06	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
6:07	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	1	0	1	1	0
6:08	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0
6:09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
6:10	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
6:11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
6:12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	1	0	0
6:13	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:14	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
6:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
6:16	0	3	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
6:17	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0
6:18	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1
6:19	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6:20	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0
6:21	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
6:22	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	1
6:23	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
6:24	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	2	0	0	1	1
6:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:26	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	1
6:27	2	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1
6:28	0	4	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
6:29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1
6:30	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Fuente: Autor

Tabla 3. TOMA DE TIEMPOS LLEGADA DE LOS MENSAJEROS

TOMA DE TIEMPOS LLEGADAS DE MENSAJEROS DIAS																					
HORA DE LLEGADA	DIAS																				
	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	
6:31	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0		
6:32	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
6:33	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0		
6:34	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6:35	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
6:36	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0		
6:37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0		
6:38	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0		
6:39	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0		
6:40	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0		
6:41	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1		
6:42	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0		
6:43	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1		
6:44	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0		
6:45	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
6:46	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0		
6:47	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
6:48	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0		
6:49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1		
6:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
6:51	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6:52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
6:53	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0		
6:54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		
6:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6:56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
6:57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6:58	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6:59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
7:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7:01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	79	80	78	80

Fuente: Autor

Con esta tabla se obtuvo el promedio de llegada de los mensajeros de acuerdo al orden de entrada de cada uno de ellos en los intervalos de tiempo cada 30 minutos, también indica el comportamiento de distribución de acuerdo a la teoría de colas ya explicada anteriormente. La tasa de llegada es la siguiente.

$$\text{Tasa de llegada } (\lambda) \text{ 4:30-5:00} = \frac{\text{prom.}_{\text{total}} \text{ mensajeros}}{\text{Horario}} = \frac{12}{30 \text{ min}} = 0,4$$

$$\text{Tasa de llegada } (\lambda) \text{ 5:01-5:30} = \frac{\text{prom.}_{\text{total}} \text{ mensajeros}}{\text{Horario}} = \frac{30}{30 \text{ min}} = 1$$

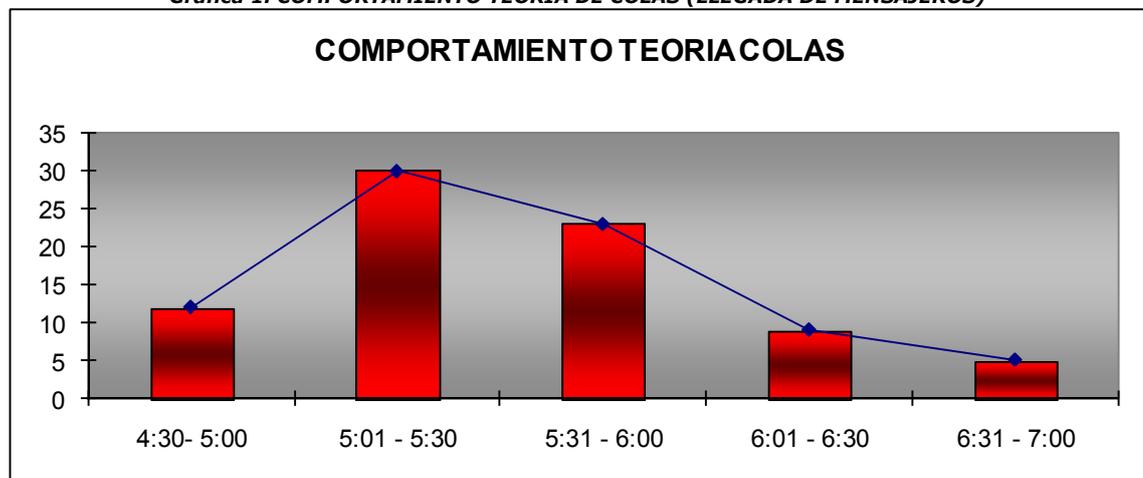
$$\text{Tasa de llegada } (\lambda) \text{ 5:31-6:00} = \frac{\text{prom.}_{\text{total}} \text{ mensajeros}}{\text{Horario}} = \frac{23}{30 \text{ min}} = 0,76666$$

$$\text{Tasa de llegada } (\lambda) \text{ 6:01-6:30} = \frac{\text{prom.}_{\text{total}} \text{ mensajeros}}{\text{Horario}} = \frac{9}{30 \text{ min}} = 0,3$$

$$\text{Tasa de llegada } (\lambda) \text{ 6:31-7:00} = \frac{\text{prom.}_{\text{total}} \text{ mensajeros}}{\text{Horario}} = \frac{5}{30 \text{ min}} = 0,1666$$

hora	llegadas de mensajeros	$\lambda$ (tasa llegada)/min
4:30- 5:00	12	0,4
5:01 - 5:30	30	1
5:31 - 6:00	23	0,7666667
6:01 - 6:30	9	0,3
6:31 - 7:00	5	0,1666667

**Grafica 1. COMPORTAMIENTO TEORIA DE COLAS (LLEGADA DE MENSAJEROS)**



Fuente: Autor

Con esto se demuestra que el comportamiento de llegada de los mensajeros a las ventanillas se comporta de manera poisson.

### 5.7.2 Cierres de Planillas de Reparto, de Recolección y digitación de guías

Para cada uno de estos procesos se tomo el mismo mecanismo de medición ya que se va a realizar los pasos para el estudio de tiempos que se presentaran a continuación:

*1. Seleccionar al trabajador:* una vez que se ha seleccionado el proceso u operación a medir, es necesario elegir al operario que va a ser objeto de la medición. Debe de ser un operario que tenga la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo, según la norma o método establecido. Cuando el trabajo es realizado por mas de un operario se debe procurar escoger al de mayor desempeño, en algunas ocasiones no es posible seleccionar el operario como por ejemplo cuando un único trabajador realiza la tarea, en este caso se debe prestar especial atención a la valoración de la actuación que se le haga al trabajador.

Para los tres casos (cierres de planillas de Reparto, de Recolección y digitación de guías) se va a realizar la toma de tiempos de cada uno de los operarios ya que la gerencia nacional de la organización va a realizar una evaluación de desempeño de cada operario. Se le indicara a cada uno de ellos que debe realizar su trabajo al ritmo habitual haciendo las pausas a las que esté acostumbrado. Siempre hay que buscar la máxima colaboración del trabajador con el estudio y esto se puede lograr a través de la explicación, desde el principio, de que es lo que se pretende hacer con dicha medición, resolviendo dudas y creando un clima laboral amigable , de colaboración y compromiso.

*2. Obtener y registrar toda la información acerca de la tarea del operario y de las condiciones de trabajo:* tomando como fuente la observación directa y/o la documentación existente se debe anotar toda la información correspondiente al proceso, al operario o las condiciones del puesto de trabajo que sean de beneficio para el estudio de tiempos. Con estas recomendaciones se indicaran cuales son los puntos iniciales o las características que se van a tener en cuenta para cada proceso.

Cierre de planillas de Reparto: recibir documentación para el cierre, digitar código de la planilla, escanear los envíos recogidos por el mensajero que no han ingresado al sistema, revisar la cantidad anotada en la planilla por el mensajero vs la cantidad escaneada que aparece en el sistema, anotar inconsistencias, grabación en el sistema y por último el cierre de la planilla.

Cierre de planillas de Recolección: recibir documentación para el cierre, digitar código de la planilla, verificación de envíos entregados y devueltos por el mensajero vs lo que aparece en el sistema, digitar inconsistencias, grabación en el sistema y por último el cierre de la planilla.

Digitación de guías: ingreso al sistema, escanear código de la guía, digitar información de la guía y grabar guía.

*3. Dividir las operaciones en actividades o elementos:* la división de las operaciones en elementos debe incluir una descripción detallada de cada uno para diferenciarlos claramente uno del otro y proceder así a su respectivo cronometraje. Un elemento se define como una parte del proceso que facilita la observación, medición y análisis. Los elementos deben tener, en lo posible, una mínima duración pero no tan corta que impida la exactitud de la lectura, se recomienda un limite de 0.04 minutos aproximadamente.

Como en los tres casos cada una de las características son de tiempos muy cortos solo se va a tomar el tiempo desde el inicio de la operación hasta el final de ella y se va a realizar de la siguiente manera.

Cierre de planillas de Reparto: el inicio de la toma del tiempo se va a realizar desde el mismo momento que el auxiliar tome con sus manos la documentación que le entrega el mensajero para el cierre de este proceso; y la terminación de la toma del tiempo se va a realizar apenas aparezca en el sistema planilla grabada.

Tabla 2. TOMA DE TIEMPOS CIERRE DE PLANILLAS DE REPARTO.  
tiempo tomado en seg

1	2	3	4	5	6	7
261,73	294,73	273,68	264,72	323,63	194,62	247,32
263,96	256,73	276,58	275,28	277,78	195,86	251,78
262,68	277,85	337,48	256,59	253,68	262,93	241,89
265,5	280,57	246,35	247,95	314,8	266,35	246,75
266,23	242,08	274,34	250,34	255,9	263,23	275,84
274,86	253,18	245,39	256,85	336,03	255,55	326,45
217,77	268,08	276,29	267,19	337,64	263,69	305,39
268,33	213,45	183,29	243,83	340,92	245,54	249,63
203,65	294,34	275,43	258,42	346,16	259,73	243,72
256,16	225,39	305,83	263,88	313,79	244,86	256,84
253,77	197,29	302,9	244,92	258,93	263,94	274,57
252,19	255,19	246,78	245,79	243,93	296,23	343,31
255,6	316,33	258,29	276,2	264,33	264,46	326,59
277,82	257,33	279,57	277,56	285,83	263,87	326,81
255,95	268,5	275,99	269,92	266,78	264,02	347,46
262,36	264,98	274,38	260,36	267,49	266,54	253,67
256,24	274,69	335,89	262,87	259,06	265,25	347,3
258,55	253,47	276,1	275,13	240,95	269,46	268,72
259,62	244,39	217,43	276,36	252,34	265,75	357,85
253,56	245,78	273,75	274,65	264,83	284,82	333,36
255,73	273,49	273,41	265,18	265,43	285,58	325,34
259,85	288	275,74	262,7	282,85	286,49	270,45
267,93	283,43	276,73	276,12	276,97	287,65	276,52
269,25	284,65	274,32	273,65	275,78	293,44	277,66
263,49	286,71	271,29	275,86	273,28	293,55	243,73
268,84	287,24	272,26	273,94	275,58	255,35	273,95
267,03	289,63	271,75	275,35	219,95	286,54	279,03
274,56	284,02	276,38	279,22	264,34	271,83	271,25
276,24	272,69	271,74	274,56	273,89	281,43	276,59
277,43	254,76	270,44	263,63	276,19	271,65	277,64
280,76	274,65	283,53	286,55	274,59	337,37	274,43
286,87	272,38	267,76	294,73	283,63	276,78	273,26
293,52	276,94	259,84	293,85	286,93	254,88	276,34
268,44	278,64	283,83	286,99	287,3	275,58	277,33
253,65	275,94	253,46	287,24	274,88	262,45	272,66
264,46	276,49	256,87	272,43	216,49	266,64	270,47
295,55	275,43	248,92	294,86	215,87	275,49	270,32
277,32	275,75	270,74	275,04	299,99	279,59	272,44
235,58	279,89	293,25	286,53	275,78	273,99	276,65
256,89	264,65	256,56	247,26	274,29	276,33	277,56
267,45	293,44	287,95	275,47	275,5	274,83	274,95
258,64	267,63	273,32	255,72	276,93	283,9	275,52
264,35	294,53	265,88	272,84	267,35	286,98	278,48
307,79	272,55	296,19	196,55	263,81	205,49	277,59
263,83	258,67	307,35	228,46	203,14	210,77	286,65
264,52	229,68	269,54	279,65	275,83	296,39	265,74
265,47	210,78	280,45	285,42	266,92	297,68	282,35

Fuente: Autor

Tabla 2. TOMA DE TIEMPOS CIERRE DE PLANILLAS DE REPARTO.

**tiempo tomado en seg**

1	2	3	4	5	6	7
263,68	273,78	332,49	274,58	254,29	293,19	254,39
268,44	273,75	265,53	285,39	271,46	287,7	270,53
273,57	242,84	266,32	276,55	252,85	278,13	294,62
284,39	276,89	284,55	297,84	261,98	297,65	257,13
286,53	243,99	285,83	283,45	256,74	253,81	283,14
227,86	276,89	282,48	233,69	291,25	214,94	277,18
239,47	248,73	286,79	275,33	287,56	285,33	208,6
280,74	218,63	253,3	256,72	266,97	283,22	297,5
262,32	277,5	285,75	254,87	224,3	286,59	303,68
264,71	274,48	283,04	261,55	195,85	287,66	274,55
264,07	274,39	285,03	272,43	282,17	283,55	265,94
262,08	276,47	289,43	281,68	296,24	283,78	266,38
266,49	277,59	284,65	286,49	275,55	279,84	287,62
268,63	273,78	223,77	271,5	273,28	270,9	280,49
205,75	277,99	226,28	286,39	265,85	276,2	246,3
266,2	278,2	284,68	287,95	279,94	277,41	227,65
295,64	287,73	287,08	211,44	273,38	229,82	223,64
285,07	273,25	281,65	203,73	276,82	227,03	288,73
289,69	214,91	283,74	286,63	294,68	274,54	283,33
284,7	225,84	276,69	292,55	273,7	273,27	284,75
283,63	286,73	282,39	275,47	266,41	276,45	285,87
297,36	287,62	285,99	282,88	285,91	277,73	286,78
294,97	280,59	222,63	276,98	284,92	242,88	287,38
252,68	286,26	286,93	279,28	271,99	292,59	289,58
284,91	357,75	249,4	279,45	266,33	260,4	220,05
215,43	273,68	289,48	250,24	267,86	290,6	282,64
226,45	278,74	280,79	291,89	283,31	272,42	285,79
274,78	273,87	281,87	276,69	297,46	256,55	186,39
294,89	294,35	286,69	279,79	268,97	287,36	284,09
278,67	295,53	289,48	270,23	287,34	274,54	255,33
275,46	276,68	281,69	273,63	253,86	275,85	282,63
277,65	267,79	283,5	257,7	294,67	278,42	286,7
272,57	299,3	287,73	269,38	335,93	277,66	243,88
263,78	290,39	229,45	270,79	296	276,33	285,99
272,44	262,44	221,01	273,87	277,33	275,75	283,07
265,06	275,5	283,94	276,49	260,44	277,83	185,39
267,98	266,63	276,33	267,88	276,87	332,55	189,38
275,36	254,74	257,72	278,99	267,95	276,49	244,69
272,73	275,87	268,59	279,7	283,73	334,64	283,6
276,54	342,85	249,26	270,23	258,28	275,43	286,73
278,27	296,93	270,75	283,55	153,59	273,56	292,05
279,75	249,68	273,88	283,91	284,9	242,94	273,61
283,89	325,49	253,24	276,34	225,38	274,33	266,74
288,23	223,3	296,56	276,83	236,89	278,86	247,63
269,57	255,25	276,47	258,12	207,1	244,57	252,72
267,43	289,44	248,32	277,39	259,32	246,32	184,69
259,82	324,53	257,34	254,96	202,65	283,54	245,46
293,39	293,83	244,45	270,15	292,16	283,85	276,55
258,35	276,85	277,86	276,98	275,74	285,46	247,28

Fuente: Autor

Cierre de planillas de Recolección: el inicio de la toma del tiempo se va a realizar desde el mismo momento que el auxiliar tome con sus manos la documentación que le entrega el mensajero para el cierre de este proceso; y la terminación de la toma del tiempo se va a realizar apenas aparezca en el sistema planilla grabada.

Tabla 3. TOMA DE TIEMPOS CIERRE DE PLANILLAS DE RECOLECCIÓN  
tiempo tomado en seg

1	2	3	4	5	6	7
95,52	111,73	173,68	62,9	100,36	115,43	165,35
72,35	163,36	88,48	117	102,87	172,85	86,54
146,6	82,38	173,65	138	145,13	76,97	111,83
88,94	165,4	84,54	170	136,36	75,78	111,43
159,4	86,53	105,79	176	134,65	133,28	141,65
95,62	154,66	77,49	104	165,18	135,58	147,37
94,46	117,77	105,09	116	102,7	109,95	176,78
85,33	168,93	136,93	96,1	116,12	164,34	134,88
146,7	143,05	137,33	77,4	113,65	173,89	85,58
97,73	116,26	178,7	154	135,86	76,19	102,45
123,5	73,57	104,58	163	133,94	74,59	106,64
93,69	102,69	164,29	156	135,35	133,63	85,49
155,5	75,4	173,77	137	89,22	176,93	79,59
96,93	117,22	174,89	74,3	114,56	167,3	133,99
94,56	105,65	165,78	131	143,63	134,88	136,33
91,84	152,46	143,49	72,3	116,55	106,49	164,83
82,93	166,34	138	142	84,73	155,87	133,9
101,3	118,65	103,43	116	113,85	109,99	166,98
116,5	109,52	104,65	162	76,99	105,78	145,49
111,8	93,06	106,71	110	117,24	104,29	170,77
106	105,63	117,24	174	82,43	175,5	136,39
107,6	119,75	179,63	87,8	104,86	116,93	177,68
91,26	107,33	174,02	140	85,04	177,35	83,19
173,5	89,75	172,69	73,8	116,53	173,81	77,7
156,7	83,89	174,76	133	87,26	163,14	88,13
162,9	88,74	104,65	107	115,47	115,83	177,65
95,59	97,33	162,38	68,9	105,72	166,92	193,81
152,5	134,46	146,94	131	212,84	72,29	104,94
166,6	146,54	148,64	143	76,55	161,46	75,33
99,45	167,03	85,94	167	78,46	112,85	163,22
129,6	130,66	96,49	178	79,65	171,98	136,59
90,33	176,77	95,43	113	105,42	176,74	137,66
131,5	123,52	75,75	106	94,58	171,25	143,55
96,81	118,44	109,89	176	85,39	177,56	133,78
129,4	73,65	94,65	117	96,55	176,97	159,84
160,6	144,46	203,44	71,3	117,84	174,3	130,9
73,37	105,55	167,63	100	103,45	175,85	136,2
77,74	167,32	134,53	72,5	113,69	112,17	167,41
89,85	115,58	162,55	85,5	95,33	116,24	159,82
91,59	176,89	138,67	146	76,72	115,55	107,03
103,4	117,45	179,68	84,6	234,87	123,28	74,54
106,6	168,64	150,78	136	81,55	175,85	83,27
97,48	104,35	173,78	82,5	92,43	169,94	146,45
108,5	167,79	153,75	137	71,68	113,38	167,73
99,48	113,83	172,84	133	86,49	166,82	62,88
80,7	114,52	176,89	146	71,5	164,68	72,59
103,7	165,47	123,99	133	146,39	133,7	70,4

Fuente: Autor

Tabla 3. TOMA DE TIEMPOS CIERRE DE PLANILLAS DE RECOLECCIÓN.

tiempo tomado en seg						
1	2	3	4	5	6	7
113,4	103,68	176,89	145	147,95	76,41	160,6
96,53	228,44	125,13	139	141,44	145,91	132,42
106,2	153,57	158,63	135	83,73	164,92	76,55
98,66	104,39	117,5	174	146,63	151,99	137,36
97,55	166,53	94,48	176	132,55	86,33	104,54
154,9	87,86	114,39	175	135,47	147,86	75,85
150,3	69,47	166,47	147	62,88	153,31	78,42
156,6	80,74	167,59	122	136,98	137,46	137,66
157,4	132,32	133,78	164	149,28	88,97	176,33
153,3	84,71	117,99	177	79,45	167,34	135,75
87,66	84,07	158,2	122	130,24	133,86	137,83
153,5	142,08	87,73	176	121,89	144,67	92,55
94	176,49	83,25	173	136,69	85,93	116,49
155,6	88,63	94,91	117	119,79	166	74,64
86,77	175,75	75,84	119	100,23	167,33	75,43
157,3	146,2	146,73	79,5	113,63	110,44	113,56
90,76	175,64	137,62	60,8	177,7	96,87	172,94
156,8	145,07	140,59	61,9	179,38	87,95	104,33
103,7	169,69	146,26	86,7	110,79	113,73	168,86
168,4	134,7	147,75	79,5	103,87	118,28	164,57
93,47	173,63	93,68	102	176,49	93,59	176,32
154,5	127,36	78,74	164	87,88	174,9	133,54
65,05	164,97	73,87	168	158,99	145,38	133,85
156,7	72,68	174,35	89,5	109,7	166,89	85,46
97,77	174,91	135,53	121	120,23	87,1	96,65
159,3	145,43	136,68	124	133,55	139,32	67,32
110,4	166,45	147,79	66,3	113,91	162,65	71,78
132,5	144,78	79,3	178	86,34	162,16	61,89
84,54	164,89	70,39	179	156,83	145,74	66,75
85,65	178,67	132,44	79,3	98,12	116,15	105,84
82,72	165,46	75,5	101	117,39	114,62	106,45
117	167,65	146,63	144	74,96	175,86	65,39
85,05	172,57	134,74	73,2	100,15	172,93	129,63
83,23	163,78	75,87	117	106,98	106,35	173,72
145,6	72,44	162,85	86,5	107,54	103,23	176,84
89,69	105,06	176,93	138	83,63	165,55	74,57
124,4	87,98	179,68	127	87,78	153,69	133,31
83,23	115,36	105,49	104	103,68	165,54	136,59
146,7	82,73	113,3	118	104,8	109,73	106,81
164,4	86,54	115,25	174	75,9	104,86	117,46
123,4	78,27	179,44	64,7	106,03	163,94	133,67
126,6	79,75	164,53	145	87,64	176,23	137,3
127,5	133,89	143,83	147	100,92	114,46	108,72
64,05	178,23	96,85	178	76,16	103,87	117,85
176,6	79,57	104,77	100	103,79	164,02	133,36
135,8	137,73	93,68	167	138,93	146,54	85,34
149,4	139,62	96,58	177	123,93	75,25	100,45
95,7	103,39	177,48	134	134,33	79,46	176,52
164,8	138,95	66,35	118	105,83	105,75	167,66

Fuente: Autor

Digitación de guías: El total de guías digitadas durante la jornada laboral en promedio es de 11.202 aproximadamente y el máximo obtenido de la muestra son de 15.328 ver Anexo A, con estos dos datos se va a revisar el modelo de simulación para obtener la información correspondiente que ¿si la cantidad de operarios son o no suficientes para los tres procesos evaluados?

El inicio de la toma de tiempo se va a realizar desde el mismo momento en que aparezca en el sistema la información que va digitar de la guía, se van a contar 10 guías digitadas y la terminación de la toma del tiempo se va a realizar apenas aparezca en el sistema guía grabada; con esta cantidad de guías se tomara el promedio para saber cuanto es el tiempo de duración en la digitación de una guía y con este promedio obtenido se va a tomar como una muestra.

Tabla 4. TOMA DE TIEMPOS DIGITACIÓN DE GUÍAS.  
**tiempos tomados (seg y milisimas)**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
13,30	13,90	14,21	12,10	14,89	11,58	13,15	12,90	13,10	12,10	13,90	12,93	11,99	14,21
12,80	11,45	13,34	11,20	11,70	11,86	11,18	11,55	12,49	13,65	10,05	12,62	12,74	11,97
12,30	12,50	12,56	13,23	11,89	11,41	11,15	12,56	11,5	13,47	13,59	12,56	12,43	11,72
10,22	10,50	13,78	13,34	11,65	11,61	11,16	11,56	12,89	12,62	11,45	12,97	12,32	11,86
11,05	11,30	11,52	12,54	12,56	12,57	13,67	12,29	12,91	12,39	11,90	12,64	11,22	12,89
11,41	14,50	11,35	11,68	12,16	12,46	12,87	11,57	12,41	12,65	11,76	13,28	11,11	11,95
12,11	13,40	11,88	10,92	13,80	11,33	13,65	12,38	12,37	11,10	11,76	12,19	11,31	12,95
12,70	14,39	10,57	10,16	12,50	14,22	11,69	11,48	11,22	11,17	12,54	12,61	11,14	11,77
11,08	11,60	10,49	10,11	13,90	14,77	11,33	11,36	11,25	11,11	11,33	13,34	11,98	12,82
11,31	11,55	11,90	12,22	12,15	15,65	11,54	11,69	11,14	11,48	12,21	12,76	12,15	12,26
13,61	11,37	11,45	12,37	11,65	15,89	11,76	11,76	11,12	13,55	11,89	12,41	12,19	12,69
11,91	12,89	11,16	12,54	12,16	12,36	11,78	11,80	11,48	12,67	10,69	12,73	12,25	12,94
11,22	11,41	11,16	11,38	13,76	11,26	11,98	11,48	11,83	11,48	12,90	12,82	12,37	12,27
11,80	10,52	11,17	11,92	13,18	14,75	10,43	11,36	11,56	13,55	11,11	12,26	12,65	13,55
12,90	12,06	11,14	11,16	13,93	15,10	14,26	11,11	10,95	12,67	11,29	11,64	12,55	13,73
11,00	11,97	11,67	11,16	11,98	14,10	14,10	13,78	11,53	12,23	11,94	11,95	12,35	12,22
11,52	11,29	12,84	11,17	12,26	12,11	11,70	11,52	11,74	11,42	12,98	11,28	12,77	13,66
11,71	12,19	11,38	11,89	13,75	11,87	10,30	11,16	13,89	12,65	11,48	11,55	11,62	14,97
10,05	12,09	11,82	12,10	13,48	12,99	11,20	11,55	14,36	11,10	11,94	11,73	11,61	12,44
13,59	10,89	12,69	13,65	11,10	11,12	12,27	12,56	11,26	11,17	12,59	11,22	11,63	12,78
11,45	11,14	12,12	13,47	11,12	11,13	13,45	11,56	14,75	11,80	13,83	11,64	11,54	12,59
11,90	12,13	13,11	12,62	14,13	14,13	12,67	11,72	13,10	11,48	12,91	10,99	11,45	12,31
11,76	12,13	14,12	12,39	14,13	12,12	13,89	11,57	14,10	11,36	12,64	11,4	11,33	12,45
11,76	11,13	13,13	12,65	13,12	12,13	12,98	11,38	13,11	11,11	13,28	11,79	13,77	12,68
12,54	11,12	12,10	11,10	13,12	12,12	11,78	11,48	14,13	11,48	13,19	11,57	12,82	12,15
11,33	11,11	11,11	11,17	13,13	12,11	11,65	11,52	12,12	13,55	12,61	12,34	12,91	13,33
12,21	11,11	11,12	11,80	12,14	15,10	11,34	11,69	11,67	12,67	13,34	11,23	12,41	14,22
11,89	11,12	11,13	11,48	12,00	13,14	11,27	12,67	11,54	12,45	12,76	12,62	12,37	12,64
10,69	11,13	11,13	11,36	11,13	13,11	11,00	11,83	11,33	12,39	12,41	11,71	11,22	13,49
12,90	11,13	11,12	11,11	12,00	13,13	11,87	12,72	12,65	12,99	12,73	12,43	11,25	11,5
11,11	12,54	12,37	11,48	12,27	11,39	11,89	11,86	12,92	13,00	12,82	11,81	11,14	12,89
11,29	12,67	12,94	13,55	11,48	12,49	11,45	12,89	12,29	13,28	12,26	11,99	11,12	12,57
11,94	12,27	11,38	12,67	12,45	11,59	13,68	12,13	11,48	11,58	11,64	11,11	11,48	12,34
12,98	12,92	11,49	12,45	12,90	11,56	12,89	12,95	12,93	11,86	11,95	11,41	11,83	12,23
11,48	11,30	11,80	12,39	13,49	11,89	12,56	12,77	11,62	11,41	11,28	11,62	11,56	11,42
11,94	11,78	11,37	12,99	12,59	11,36	13,49	12,82	11,13	11,61	11,55	11,13	10,95	11,91
12,59	11,29	11,58	13,00	12,37	12,27	13,69	13,26	11,36	11,79	11,73	11,36	11,53	11,03
13,83	11,67	11,59	13,28	11,89	12,92	13,30	14,69	12,25	11,81	11,22	12,25	11,74	11,91
12,91	12,89	12,12	11,58	12,25	11,30	11,22	12,94	11,63	11,94	11,64	11,63	11,55	11,79
11,38	12,48	11,38	11,86	12,11	11,93	11,96	13,22	12,47	12,48	10,99	12,47	12,56	11,41

Fuente: Autor

Tabla 4. TOMA DE TIEMPOS DIGITACIÓN DE GUÍAS.

tiempos tomados (seg y milésimas)													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12,10	12,22	11,48	11,41	12,33	12,94	13,37	11,55	11,56	14,35	11,4	11,56	11,56	11,31
12,27	11,11	13,94	11,61	12,49	12,94	12,89	12,77	12,86	12,29	11,13	12,86	12,29	10,22
13,48	12,30	13,37	11,79	12,59	11,94	12,44	11,22	11,56	12,25	11,36	11,56	11,57	11,13
12,93	13,27	12,48	11,78	11,38	11,85	12,28	11,66	12,35	12,38	12,25	12,35	12,38	11,36
12,77	13,84	12,59	11,58	11,94	11,56	12,90	11,99	11,24	11,48	12,43	11,24	11,48	11,15
11,33	12,58	13,47	12,48	11,62	11,89	13,37	11,44	12,43	12,69	11,81	12,43	11,36	12,93
12,44	12,93	14,48	14,67	11,71	11,37	13,59	11,69	12,97	11,69	11,99	12,97	11,69	11,17
12,92	12,67	15,90	11,99	11,91	11,27	11,60	11,38	12,08	12,67	11,11	12,08	11,67	12,16
12,29	14,48	11,36	12,33	11,48	11,26	11,37	11,92	12,36	11,52	11,41	12,36	11,54	11,77
11,48	11,65	15,35	13,59	11,90	11,47	11,58	11,16	11,65	11,53	11,62	11,65	11,33	11,68
11,33	12,24	11,94	11,24	11,27	12,33	12,66	11,16	10,92	11,74	12,86	11,82	11,95	12,59
11,25	13,66	12,48	11,66	11,55	12,77	12,97	11,17	10,16	11,55	11,56	11,96	11,77	12,98
11,67	12,71	12,35	11,71	12,73	11,68	12,44	11,89	10,11	10,56	12,35	12,14	12,82	11,48
10,45	12,43	12,29	11,43	11,22	12,69	11,78	12,10	12,22	11,56	11,24	12,45	11,26	11,94
11,55	13,82	12,25	11,82	12,66	12,64	12,59	13,65	12,37	11,97	12,43	12,61	12,69	12,59
11,85	11,96	12,17	11,96	11,97	12,53	12,31	13,47	12,54	11,57	12,97	12,16	11,94	13,83
11,57	12,14	12,15	11,14	12,44	11,42	12,24	12,62	12,27	12,38	11,63	12,33	12,31	12,91
12,35	11,45	11,45	10,45	12,78	11,32	11,66	12,39	13,97	11,48	12,47	12,27	12,45	11,38
11,53	11,68	11,85	11,68	12,59	11,71	11,71	11,89	12,44	12,69	11,56	12,64	12,68	12,10
12,74	11,15	11,57	11,15	12,31	11,81	11,43	11,45	12,78	11,69	12,08	12,47	12,15	12,27
11,55	11,33	11,95	11,58	13,33	13,48	11,83	12,91	12,69	12,67	12,36	12,94	11,81	12,56
12,56	11,22	11,53	11,12	14,22	13,93	12,72	11,03	11,69	11,52	11,65	11,27	11,99	12,97
11,56	10,64	11,74	11,66	11,4	12,77	11,86	11,91	12,67	11,72	11,58	12,55	11,11	12,64
11,72	11,49	11,55	11,39	11,79	11,33	12,89	11,79	11,52	11,86	11,12	11,73	11,41	13,28
11,57	11,5	10,56	11,72	11,57	12,44	12,13	11,41	11,72	11,24	11,66	12,22	12,45	13,19
11,38	11,89	11,56	11,45	12,34	12,92	12,95	11,31	11,86	11,66	11,39	11,66	12,68	12,61
11,48	12,57	11,97	13,77	11,23	12,29	12,77	11,22	11,89	11,18	11,72	12,97	12,15	13,34
11,52	11,34	11,57	12,82	12,62	11,48	12,82	11,13	11,45	11,15	11,45	11,44	13,33	12,76
11,69	12,23	12,38	12,26	11,71	12,93	13,26	12,36	11,95	11,16	13,77	12,78	14,22	12,41
12,67	11,42	11,48	12,69	12,43	12,62	14,69	11,15	11,77	13,67	12,82	12,59	12,64	12,73
12,94	12,93	12,82	12,31	11,70	12,82	11,11	11,98	13,48	12,87	12,26	12,35	12,33	12,12
13,22	11,17	11,26	11,24	10,30	12,26	11,31	10,43	11,72	13,65	12,69	12,77	12,15	11,58
11,55	12,16	12,69	12,66	12,78	11,64	11,14	14,26	11,57	12,67	12,94	11,62	13,33	12,25
12,77	11,26	11,94	12,71	12,59	11,95	11,98	10,10	12,44	11,48	11,27	11,61	11,22	11,30
11,22	12,36	12,27	12,43	12,31	11,28	12,15	11,56	12,13	11,65	12,55	11,63	12,64	11,22
11,66	11,65	11,55	11,82	12,77	11,55	12,19	11,89	11,66	11,99	11,69	11,54	11,49	12,94
11,99	12,54	12,73	12,96	11,68	11,73	12,25	11,37	12,38	12,74	11,33	11,45	11,5	11,63
11,44	11,26	11,22	12,14	12,69	11,22	12,37	11,27	13,59	12,43	11,54	11,33	12,89	11,94
11,69	12,53	12,32	12,81	12,64	11,64	12,65	11,26	11,48	12,32	11,76	13,77	12,57	11,64
11,64	11,42	11,71	11,94	12,53	10,99	12,55	11,47	12,12	11,22	11,78	12,82	12,34	13,09

Fuente: Autor

4. Medir con el instrumento adecuado: (cronometro digital, cronometro mecánico, cámaras, videocintas), por las características del procesos y el presupuesto de la compañía se escogió tomar los tiempos con cronometro digital ya que éste me indica los segundos con milésimas.

5. Determinar la velocidad de trabajo, o sea, valorar o efectuar la calificación de actuación del trabajador (habilidad, esfuerzo, condiciones y la consistencia): la velocidad de trabajo se puede calcular por el método Westinghouse sistema de calificación desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation este método consiste en:

En este método se consideran cuatro (4) factores al evaluar la actuación del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

*Habilidad:* se define como “pericia en seguir un método dado” que se evidencia por una apropiada coordinación de la mente y manos. La habilidad de un operario se determina por la experiencia, aptitudes, coordinación natural y ritmo de trabajo.

La habilidad o destreza de una persona para el desarrollo de una actividad mejora con el tiempo, ya que una mayor familiaridad con el trabajo trae consigo una mayor velocidad, regularidad en los movimientos y ausencia de movimientos falsos.

Según el sistema de calificación Westinghouse existen seis (6) clases de habilidades que se pueden asignar a los operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable. Estas clases de habilidades son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema (óptimo)

La calificación de la habilidad que se toma del cuadro se traduce luego a su valor en porcentaje equivalente, que va desde + 15% para los operarios superhábiles hasta – 22% para los de muy baja habilidad.

*Cuadro 3. Destreza o habilidad.*

VALOR NUMERICO	SIMBOLO	SIGNIFICADO
+ 0.15	A1	EXTREMA
+ 0.13	A2	EXTREMA
+ 0.11	B1	EXCELENTE
+ 0.08	B2	EXCELENTE
+ 0.06	C1	BUENA
+ 0.03	C2	BUENA
0.00	D	REGULAR
- 0.05	E1	ACEPTABLE
- 0.10	E2	ACEPTABLE
- 0.16	F1	DEFICIENTE
- 0.22	F2	DEFICIENTE

*Fuente: Tomado de Niebel Benjamín. Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos; Pág. 385.*

*Esfuerzo:* se define como la “demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia”. El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad y puede ser controlado en alto grado por el operario.

En lo correspondiente al esfuerzo pueden distinguirse seis clases representativas de rapidez: deficiente (o baja), aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo. Al esfuerzo excesivo se le ha asignado un valor de + 13% y al esfuerzo deficiente un valor de – 17%.

Cuadro 4. Esfuerzo o Empeño.

VALOR NUMERICO	SIMBOLO	SIGNIFICADO
+ 0.13	A1	EXCESIVO
+ 0.12	A2	EXCESIVO
+ 0.10	B1	EXCELENTE
+ 0.08	B2	EXCELENTE
+ 0.05	C1	BUENO
+ 0.02	C2	BUENO
0.00	D	REGULAR
- 0.04	E1	ACEPTABLE
- 0.08	E2	ACEPTABLE
- 0.12	F1	DEFICIENTE
- 0.17	F2	DEFICIENTE

Fuente: Tomado de Niebel Benjamín. Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos; Pág. 386.

**Condiciones:** hace referencia a todo lo que afecta al operario y no a la operación. En la mayoría de los casos las condiciones son calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan en la estación de trabajo.

Los elementos que pueden afectar las condiciones de trabajo son los siguientes: temperatura, ventilación, luz y ruido.

Se han enumerado seis clases generales de condiciones con valores desde + 6% hasta -7%. Estas condiciones "de estado general" se denominan ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes.

Cuadro 5. Condiciones.

VALOR NUMERICO	SIMBOLO	SIGNIFICADO
+ 0.06	A	IDEALES
+ 0.04	B	EXCELENTES
+ 0.02	C	BUENAS
0.00	D	REGULARES
- 0.03	E	ACEPTABLES
- 0.07	F	DEFICIENTES

Fuente: Tomado de Niebel Benjamín. Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos; Pág. 387.

**Consistencia:** los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican una consistencia perfecta, sin embargo esta situación ocurre muy pocas veces pues ya que se presentan variables como dureza del material, afilado de una herramienta de corte, lubricante habilidad o esfuerzo del operario, entre otros, que pueden provocar dispersión

Hay seis clases de consistencia: perfecta, excelente, buena, regular, aceptable y deficiente. Se ha asignado un valor de + 4% a la consistencia perfecta y de - 4 a la deficiente.

Cuadro 6. Consistencia.

VALOR NUMERICO	SIMBOLO	SIGNIFICADO
+ 0.04	A	PERFECTA
+ 0.03	B	EXCELENTE
+ 0.01	C	BUENA
0.00	D	REGULAR
- 0.02	E	ACEPTABLE
- 0.04	F	DEFICIENTE

Fuente: Tomado de Niebel Benjamín. Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos; Pág. 387.

Una vez que se han calificado todos los factores se determina sus valores absolutos, el factor de actuación se determinan combinando algebraicamente los cuatro valores y agregando su suma a la unidad.

El factor de actuación se aplica solo a los elementos ejecutados manualmente; todos los elementos controlados por máquinas se califican con un valor de 1.0

- *Convertir los tiempos observados (tiempos cronometrados) en tiempos normales:* El tiempo normal “es el tiempo que precisa un operario calificado para ejecutar un elemento trabajando al ritmo tipo”<sup>9</sup>.

El ritmo tipo hace referencia a un ritmo de trabajo adecuado, esto es, ni tan despacio ni deprisa.

La fórmula del tiempo normal es:

$$TN = TC * FV$$

donde :

*TN : Tiempo Normal*

*TC : Tiempo Cronometro*

*FV : Factor de Velocidad*

- *Añadir los suplementos al tiempo normal para obtener el tiempo estándar:* El tiempo estándar de un elemento “es el tiempo total de ejecución de una tarea al ritmo tipo”.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Arenas Reina José Manuel. Control de tiempos y productividad., p. 40

<sup>10</sup> *Ibid.*, p. 57

Su fórmula es:

$$TS = TN * (1 + \% \text{ SUPLEMENTOS})$$

donde :

*TS : Tiempo Es tan dar*

*TN : Tiiempo Normal*

Los suplementos se dan como consecuencia de la realización del trabajo durante toda la jornada laboral aparecen inevitablemente interrupciones que se deben tener en cuenta para poder fijar los tiempos de forma realista. Estas interrupciones se pueden deber a las necesidades personales que tienen los operarios (beber agua, ir al baño, entre otros), fatiga (física y/o mental) o contingencias imprevistas (daños de maquinas, retrasos, entre otros), por estas razones es necesario agregar al tiempo normal los suplementos necesarios para así determinar el tiempo que necesita un operario para realizar adecuadamente su trabajo sin atentar en ningún caso contra su integridad.

Para el cálculo de los suplementos es necesario diferenciar entre dos grupos:

- *Suplementos por descansos:* son los destinados para que un trabajador se reponga de la fatiga y siempre se den tener en cuenta para la determinación del tiempo estándar. También existen los suplementos variables cuyo valor depende del grado de tensión, esfuerzo y condiciones ambientales, y suplementos fijos necesarios para satisfacer las necesidades personales, vencer la fatiga y aliviar la monotonía.
- *Otros suplementos:* generalmente se refiere a situaciones que pueden afectar al trabajo de una manera especial. Se habla aquí de contingencias que puedan suceder en el proceso productivo, políticas salariales de la empresa.

Los cálculos para suplementos por descanso, fijos o variables se emplean catálogos especialmente diseñados, dependiendo del sector productivo y la naturaleza del trabajo

A continuación se ilustra un cuadro publicado por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), entre paréntesis se muestran los valores correspondientes a trabajadoras.

Cuadro 7. Catálogo para el cálculo de suplementos

<b>A. SUPLEMENTOS CONSTANTES</b>		
<b>A.1. Necesidades Personales : 5 (7)</b>		
<b>A.2. Básico por fatiga : 4</b>		
<b>B. SUPLEMENTOS VARIABLES</b>		
<b>B.1. Por trabajar de pie : 2 (4)</b>		
<b>B.2. Por postura anormal.</b>		
Ligeramente molesta : 0 (1)		
Molesta (cuerpo encorvado) : 2 (3)		
Muy molesta (acostado, extendido) : 7		
<b>B.3. Calidad del aire.</b>		
Buena ventilación o aire libre : 0		
Deficiente ventilación : 5		
Malas condiciones de temperatura (calor, entre otros) : 5 (15)		
<b>B.4. Iluminación.</b>		
Suficiente o levemente inferior a lo recomendado : 0		
Bastante inferior a lo recomendado : 2		
Insuficiente : 5		
<b>B.5. Uso de la fuerza y vigor muscular (levantamiento de pesos) según el peso levantado en kg, se distingue :</b>		
2,5 : 0 (1)	15 : 6 (9)	25 : 14 (-)
5 : 1 (2)	17,5 : 8 (12)	30 : 19 (-)
7,5 : 2 (3)	20 : 10 (15)	40 : 33 (-)
10 : 3 (4)	22,5 : 12 (18)	50 : 58 (-)
<b>B.6. Tensión visual del trabajo (precisión, exactitud, entre otros).</b>		
Cieta precisión : 0		
Preciso o fatigoso : 2		
Muy preciso : 5		
<b>B.7. Tensión auditiva (nivel de ruido).</b>		
Sonido continuo : 0		
Intermitente y fuerte : 2		
Intermitente y muy fuerte : 5		
<b>B.8. Tensión mental del proceso.</b>		
Bastante complejo : 1		
Atención dividida o que requiere amplia atención : 4		
Muy complejo : 8		
<b>B.9. Monotonía mental del trabajo.</b>		
Algo monótono : 0		
Bastante monótono : 1		
Muy monótono : 4		
<b>B.10. Monotonía física del trabajo (tedio).</b>		
Algo aburrido : 0		
Aburrido : 2 (1)		
Muy aburrido : 5 (2)		

Fuente: Tomado de Arenas Reina José Manuel. Control de tiempos y productividad; Págs.54 - 56.

De acuerdo a los tiempos de cada proceso se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 5. RESULTADOS DE LOS TIEMPOS ESTANDAR

OPERACIÓN	X <sub>Tc</sub> (seg)	habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Fv	TN (seg)
cierres de planillas de reparto	270.80	0.03	0.08	0.04	0.03	1.18	319.55
cierres de planillas de recolección	124.76	0.03	0.08	0.04	0.03	1.18	147.21
digitación de guías	12.13	0.13	0.1	0.02	0.03	1.28	15.53

OPERACION	SUPLEMENTOS CONSTANTES		SUPLEMENTOS VAIALES										TOTAL
	A1	A2	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	
cierres de planillas de reparto	5	4	0	0	0	0	0	2	0	4	1	2	18
cierres de planillas de recolección	5	4	0	0	0	0	0	2	0	4	1	2	18
digitación de guías	5	4	0	0	0	0	0	2	0	1	4	5	21

OPERACIÓN	% Suplem	TN (seg)	TS (seg)
cierres de planillas de reparto	0.18	319.55	<b>377.066</b>
cierres de planillas de recolección	0.18	147.21	<b>173.713</b>
digitación de guías	0.21	15.53	<b>18.791</b>

Fuente: Autor

### 5.7.3 Teoría de colas y análisis de la información

Con cada uno de los horarios escogidos se realiza su respectivo análisis para obtener la información más importante y así poder desarrollar el modelo de simulación y poder tomar decisiones que ayuden al mejoramiento de los procesos evaluados.

Tasa de servicio ( $\mu$ )=

$$\frac{1800 \text{ seg} / (T_{\text{cierres de plan Reparto}} + T_{\text{cierres de plan Recolección}}) \text{ seg}}{\text{Tiempo Horario (min)}} = \frac{3,268}{30 \text{ min}} = 0,1089$$

Cada auxiliar de ventanilla atiende 0,1089 mensajeros cada 30 minutos.

La tasa de llegada se debe analizar cada 30 minutos ya que el arribo de los mensajeros es diferente en estos intervalos de tiempo.

$$\text{Tasa de llegada } (\lambda) \text{ 5:01-5:30} = \frac{\text{prom. total mensajeros}}{\text{Horario}} = \frac{29}{30 \text{ min}} = 0,9666667$$

$$\text{Tasa de llegada } (\lambda) \text{ 5:31-6:00} = \frac{\text{prom. total mensajeros}}{\text{Horario}} = \frac{24}{30 \text{ min}} = 0,8$$

$$\text{Tasa de llegada } (\lambda) \text{ 6:01-6:30} = \frac{\text{prom.}_{\text{total\_mensajeros}}}{\text{Horario}} = \frac{10}{30 \text{ min}} = 0,3333$$

$$\text{Tasa de llegada } (\lambda) \text{ 6:31-7:00} = \frac{\text{prom.}_{\text{total\_mensajeros}}}{\text{Horario}} = \frac{6}{30 \text{ min}} = 0,2$$

$$\text{Factor utilización sistema } (\rho) = \frac{\lambda}{\mu * \text{No.de.auxiliares}}$$

$$\text{Probabilidad que todos los Aux. estén desocupados } P_0 = \frac{1}{\frac{\rho^s}{s!} \left( \frac{s\mu}{s\mu - \lambda} \right) + \sum_{n=0}^{s-1} \frac{\rho^n}{n!}}$$

$$\text{Numero promedio de unidades por ser atendidas } L_q = \frac{\rho^s \lambda \mu}{(s-1)!(s\mu - \lambda)^2} P_0$$

$$\text{Numero promedio de unidades en el sistema } L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$\text{Tiempo promedio mensajeros en el sistema } W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$\text{Tiempo promedio mensajeros en la fila } W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

Con todas las anteriores formulas se obtiene la siguiente tabla.

Tabla 6. PRODUCTIVIDAD DEL CIERRE DE PLANILLAS DE REPARTO Y RECOLECCIÓN POR MEDIO DE TEORIA DE COLAS

hora	llegadas de mensajeros	TOTAL AUX. VENTANILLA	$\lambda$ (tasa llegada)/min	$\mu$ (tasa servicio)	$\rho$ (factor utilización sistema)	Probabilidad que todos los aux. esten desocupados P(0)	Lq (numero prom. De unidades por ser atendidas)	L (numero de prom.unidades en el sistema)	W (tiempo prom. (min)Unidades en el sistema)	Wq (tiempo prom. (min) Unidades en la fila)
4:30- 5:00	12	4	0,4	0,108936	92%	0,89%	10	14	35,00	25,00
5:01- 5:30	30	10	1	0,108936	92%	0,01%	9	19	19,00	9,00
5:31- 6:00	23	8	0,7666667	0,108936	88%	0,05%	5	13	16,96	6,52
6:01- 6:30	9	8	0,3	0,108936	34%	6,36%	1	4	13,33	3,33
6:31- 7:00	5	2	0,1666667	0,108936	76%	13,32%	3	5	30,00	18,00

Fuente: Autor

De acuerdo a la tabla se puede obtener bastante información para que el usuario tome alternativas de decisión y pueda mejorar el rendimiento de los procesos; se van a dar dos ejemplos de análisis para tener en cuenta a así poder interactuar con la tabla y revisar que se puede hacer para mejorar.

Se observa que en el horario de 5:01-5:30 con 10 auxiliares la tasa de utilización del servicio se encuentra bien ajustada con un 92% aprovechando el recurso humano al máximo de su potencial, esto es favorable para tener un control de productividad.

El otro caso es que se puede notar que en el horario de 6:01-6:30 se esta desaprovechando a los auxiliares de una manera bastante considerable, tendiendo en cuenta que se tienen 8 auxiliares durante este periodo, obteniendo un desperdicio de tiempo de cada uno de los auxiliares en un 34% Entonces en este caso se podría revisar si es mejor tener menos auxiliares para aprovecharlos.

Con estos ejemplos se pretende a donde se quiere llegar y el como poder analizar los resultados colocando la cantidad de auxiliares que deben estar atendiendo para mejorar el servicio.

Con respecto al tiempo TS de la digitación de guías que es de 18,791seg se pretende obtener la cantidad de digitadores que se requieren para satisfacer la demanda de guías que se obtenga del pronóstico y por medio de la ayuda de los auxiliares de ventanilla poder cubrir ésta demanda con menos personal del que se tiene. En la explicación de la propuesta se va detallar bien el como se utiliza éste tiempo.

## 6. PROPUESTA

El modelo lo que va a mostrar son alternativas para la toma de decisiones en la adecuación de la cantidad de operarios que se requieren para optimizar el recurso humano y así poder tener control sobre la operación, a continuación se van a dar los pasos para poder utilizar el modelo con su diferente explicación de donde salieron los datos, el como interpretarlos y encontrar las diferentes variables que se tendrán en cuenta para tener más exactitud y confianza en la toma de la decisión definitiva de la cantidad de operarios a colocar en la operación.

El inicio de estas operaciones empiezan a las 4:30pm con un total de 7 auxiliares de ventanilla que esperan la llegada de los mensajeros para el Cierre de las planillas de Reparto y Recolección; después de finalizada esta operación a las 7pm se empieza a digitar todas las guías que llegan de la parte de mensajería, con un total de 14 operarios digitando 11.202 guías en promedio aproximadamente.

El modelo se va a explicar a continuación:

Como el modelo sirve para recrear el comportamiento de una situación. Se va a determinar cada uno de los pasos que se deben tener en cuenta para el entendimiento y la realización del proyecto:

Paso 1:

La compañía debe determinar el tipo de pronóstico que desea implementar para indicar la cantidad de guías que van a llegar a la operación durante un día entre semana y así sucesivamente de lunes a viernes.

Se aconseja que se utilice la herramienta Crystal Ball, ya que ésta permite tener varias alternativas para determinar que tipo de comportamiento se tiene para poder descifrar la cantidad de guías que se esperarían en un día determinado. En pocas palabras tener un a buena herramienta con varias opciones para obtener un buen pronóstico.

Conociendo la cantidad de guías por medio del pronóstico se obtendrá el tiempo aproximado que durara la operación para la digitación de estas guías (tiempos ya obtenidos por medio del trabajo de campo de éste proyecto)

El valor del pronóstico se debe colocar en la parte del círculo que indica la siguiente imagen.

Figura 5. MODELO DE SIMULACIÓN (INSERTAR PRONOSTICO GUIAS)

**MODELO DE SIMULACIÓN**

**OBSERVAR EL COMPORTAMIENTO DEL SIGUIENTE DATO**

HORA	TOTAL DE AUX. VENTANILLA	p (factor utilización sistema)
4:30- 5:00	4	76%
5:01 - 5:30	9	99%
5:31 - 6:00	8	92%
6:01 - 6:30	10	31%
6:31 - 7:00	1	AUMENTE AUX. VENTANILLA

tiempo promedio de un mensajero en la fila (min) #¡VALOR!

**OBSERVAR COMPORTAMIENTO GRAFICO**

PRONOSTICO GUIAS	15,328
TIEMPO DISPONIBLE DE LOS AUX. VENTANILLA PARA DIGITAR (horas)	57

SE REQUIEREN 13 OPERARIOS EN TOTAL



Fuente: Autor

**Paso 2:**

De acuerdo a la imagen anterior en la columna TOTAL DE AUX. VENTANILLA se anotaran la cantidad de auxiliares en cada una de las celdas que se requieren para la atención de los mensajeros en los Cierres de planillas de Reparto y de Recolección, ésta columna es modificable para que el usuario determine el total de personas que requiere para la atención de acuerdo a ciertos criterios que se explicaran a continuación y a la necesidad que tenga la compañía en ese momento.

Cada vez que se digite un valor en alguna de las celdas de ésta columna se van a modificar los datos de la columna p (factor utilización sistema) que indica la tasa de utilización del sistema. Esto quiere decir que tanto están trabajando los auxiliares de ventanilla en cierto periodo de tiempo. Ejemplo.

Como se observa en la imagen anterior en el periodo de tiempo de 6:01- 6:30 los 10 auxiliares de ventanilla están ocupados el 31% de ése tiempo, lo cual indica que hay demasiados auxiliares atendiendo la demanda de mensajeros.

De esta manera se va colocando la cantidad de auxiliares que se requieren a determinada hora en cada una de las celdas, si la cantidad de auxiliares es

insuficiente para atender la demanda, aparecerá el mensaje “AUMENTE AUX. VENTANILLA” en la columna  $\rho$  (factor utilización sistema) como se observa en el horario de 6:31- 7:00.

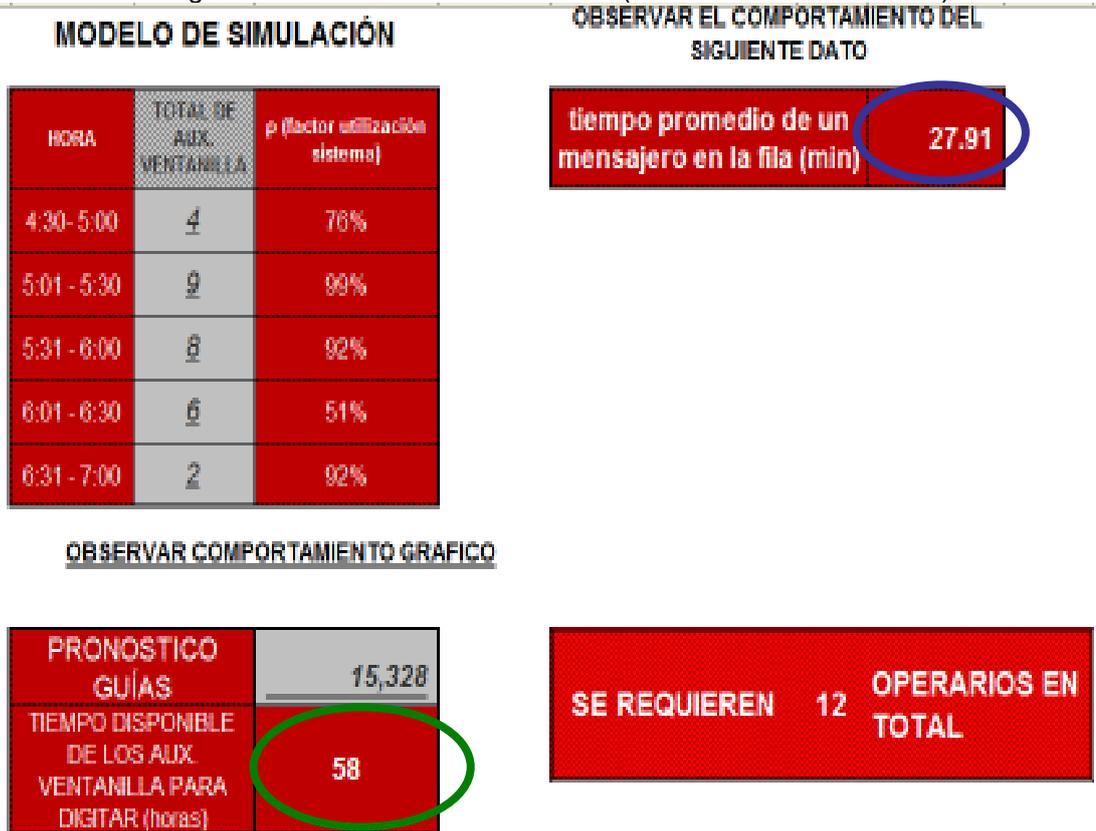
Los datos que se analizan en este paso son los que se encuentran en la columna  $\rho$  (factor utilización sistema), los cuales se obtienen por medio de la aplicación de las teorías de colas la cual fue explicada anteriormente.

Este procedimiento se debe realizar con cada uno de los horarios y así poder analizar y tomar la mejor decisión en la cantidad de auxiliares que requiere el sistema.

Paso 3:

Observar el resto de datos que el modelo coloca para que se tenga más mecanismos o más alternativas para la toma de decisiones, a continuación se mostraran los tres datos que se van a explicar.

Figura 6. MODELO DE SIMULACIÓN (ANÁLISIS RESULTADOS)



**envia**  
 Asesoría y Mercadotecnia  
 Fuente: Autor

En la anterior imagen del modelo se tiene un círculo azul lo cual está indicando el tiempo de espera de un mensajero en la fila y la cual el analista o el usuario de la compañía debe tener mucho en cuenta para tomar la mejor decisión, en éste caso se puede decir que aproximadamente un mensajero se demora

media hora esperando para ser atendido, lo cual es un tiempo elevado teniendo en cuenta que el mensajero llega demasiado exhausto por su jornada laboral y éste servicio le causa demora para llegar a su casa a descansar. Análisis teniendo en cuenta el ambiente laboral de la organización.

El círculo verde indica la cantidad de tiempo en horas que tienen disponible los auxiliares para poder colaborar con la digitación de guías durante su jornada laboral, en éste caso se nota que el total de tiempo que están disponibles para ésta función es de 58 horas aproximadamente, y teniendo en cuenta el TS de la digitación de una guía que es de 18,791seg se puede decir que en éstas horas se podrán digitar el 72,5% del total de 15.328 guías que es la máxima producción de la muestra que se tomo. Ver Anexo A.

Por último se debe observar el dato que para el modelo es el más importante para determinar su real funcionamiento y es la cantidad de operarios que el modelo aconseja para poder cumplir con los 3 procesos (Cierres de Planillas de Reparto, Recolección y la Digitación de guías) en éste caso aconseja tener para la operación un total de 12 operarios, siendo muy favorable para el objetivo de la propuesta porque son 2 operarios menos de los actuales disminuyendo costos de operación.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 CONCLUSIONES

- El modelo de simulación ofrece a la compañía Envía Colvanes Ltda una alternativa para adelantarse a los hechos y tomar decisiones que ayuden a la productividad de la compañía.
- Con los ejemplos expuestos en la propuesta se observa que para cumplir con una demanda de 15.328 guías se puede utilizar 12 operarios y en la actualidad se cuentan con 14, demostrando que se pueden disminuir costos sin generar traumatismo en la operación.
- Las decisiones de planeación busca establecer condiciones favorables a la compañía por el desarrollo de su actividad económica, con el modelo generara un ahorro en costos por que realmente se va a conocer la cantidad de personal que se requiere para las tres operaciones evaluadas.
- La teoría de colas es un apoyo esencial para mejorar las condiciones laborales y optimizar el servicio de atención a los mensajeros.

### 7.2 RECOMENDACIONES

- Tener una buena herramienta para el pronostico de las guías y volviendo el modelo más eficiente.
- Se debe hacer un estudio mensual, realizar toma de tiempos de llegada de los mensajeros, revisión de los tiempos de digitación de guías y Cierres de Planillas de Reparto y Recolección, para ajustar al modelo a las condiciones actuales. Ya que el comportamiento de cada mes es diferente.
- Se espera realizar un estudio durante todos los días del año para acoplar más a la realidad el modelo de simulación.

## BIBLIOGRAFÍA

ARBONES MALISANI, Eduardo. Logística Empresarial. Barcelona: Editorial Alfaomega, 1999.

ARENAS REINA, José Manuel. Control de tiempos y productividad. 120p.

BRICEÑO MÁRQUEZ, Einstein. Estudio Comparativo del Paquete de Simulación Orientado a Eventos Discretos Simpy. Desarrollo de un Manual de Usuarios con Ejemplos Resueltos. Bogotá, 2007. 121p. Trabajo de grado (Ingeniero de sistemas). Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería.

Enciclopedia Planeta Internacional. Editorial Planeta. Barcelona. Vol. 4, (sep.1988); 1400p.

ESCALONA, Iván. Estudio de tiempos con cronometro. Internet: ([www.monografias.com/trabajos12/medtrab/medtrab2.shtml](http://www.monografias.com/trabajos12/medtrab/medtrab2.shtml) <<http://www.monografias.com/trabajos12/medtrab/medtrab2.shtml>>).

*GARCÍA SABATER, José Pedro. Teoría de Colas Métodos Cuantitativos de Organización Industrial. Departamento de Organización de Empresas, E.F. y C. Internet: (<[personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/Teoria%20de%20colas.pdf](http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/Teoria%20de%20colas.pdf) <http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/Teoria%20de%20colas.pdf> >)*

GOMEZ Diego José, ARIAS Rubiela. Análisis de competencias para el desempeño laboral del ingeniero industrial. Estudio realizado como investigadores del grupo ECAES UDFI para optar su título de Ingenieros: Febrero 2006 Universidad Distrital.

*HOLTON, Keating Barryt. Busines Forecasting wiht accompanying excel based Forecast TM software, 2007. 257p.*

HORNGRE, Charles. Contabilidad: un enfoque aplicado a México. 5 edición. México: Pearson Educación, 2004.147p.

LOPEZ, Carlos. El estudio de tiempos y movimientos. Marzo 2001. Internet: ([www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/no%2010/tiemposymovimientos.htm](http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/no%2010/tiemposymovimientos.htm) <<http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/no%2010/tiemposymovimientos.htm>>)

LLICAN CALDERON, José Augusto. Simulación de Sistemas. Caso: Servicentro de Combustible. Lima, 2003. 54p. Monografía Licenciatura en Investigación Operativa. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Matemáticas.

MONTORO, Francisco. Modelos Logísticos: en cadena hacia el liderazgo. Madrid, España. Mayo 2006. Internet: ([www.pressgraph.es/fotos/9-logistica.pdf](http://www.pressgraph.es/fotos/9-logistica.pdf)<<http://www.pressgraph.es/fotos/9-logistica.pdf>>)

*NIEBEL, Benjamín. Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos. México: Alfaomega. 1996. MX. 9ª ed. 752p.*

PIERA, Miguel Ángel. Cómo mejorar la Logística de su empresa mediante la simulación. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2006. p.103.

*SCHROEDER, Roger. Administración de operaciones, Concepto y casos contemporáneos. 2 ed. Mac Graw Hill, 2004. p.233.*

SEMPERE RIPOLL, Francisca. Aplicaciones de mejora de métodos de trabajo y medición de tiempos. Valencia: Ed. Universidad Politécnica Valencia, 2003. 112p.

SUÑE, Albert. Manual Practico de diseño de sistemas de producción. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2004. p.296.

VADO ALFARO, Wady. Simulación de procesos. ([www.monografias.com/trabajos6/sipro/sipro.shtml](http://www.monografias.com/trabajos6/sipro/sipro.shtml) <<http://www.monografias.com/trabajos6/sipro/sipro.shtml>>)

ANEXO

