



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Ciencias Matemáticas**

**Escuela Profesional de Investigación Operativa**

**Simulación de sistemas para la mejora del proceso de  
cambios y devoluciones en una empresa de venta  
directa**

**TESINA**

Para optar el Título Profesional de Licenciada en Investigación  
Operativa

**AUTOR**

Rosa Escarleth SÁNCHEZ SANCHO

**ASESOR**

José Carlos ORÉ LUJAN

Lima, Perú

2018



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Sánchez, R. (2018). *Simulación de sistemas para la mejora del proceso de cambios y devoluciones en una empresa de venta directa*. [Tesina de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Escuela Profesional de Investigación Operativa]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA)  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS**

**PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN PARA LA TITULACIÓN PROFESIONAL 2017-II**  
**MODALIDAD EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INVESTIGACION OPERATIVA**

**ACTA DE EXPOSICIÓN DE TESINA**

En la Ciudad Universitaria, Facultad de Ciencias Matemáticas, siendo las <sup>15</sup>...horas, del día 15 de MARZO... del 2018, se reunieron los docentes designados como Miembros del Jurado Evaluador:

Mg. José Carlos Oré Luján	Presidente
Lic. Juan Toledo Rodríguez	Miembro

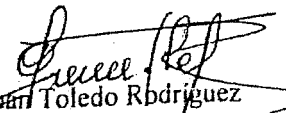
Para la exposición de Tesina titulada: «SIMULACIÓN DE SISTEMA PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE CAMBIOS Y DEVOLUCIONES EN UNA EMPRESA DE VENTA DIRECTA», presentada por la Bachiller ROSA ESCARLETH SÁNCHEZ SANCHO, para optar el título profesional de licenciada en Investigación Operativa.


Luego de la exposición de la tesina, los Miembros del Jurado hicieron las preguntas correspondientes, a las cuales la Bachiller ROSA ESCARLETH SÁNCHEZ SANCHO, respondió con acierto y solvencia, demostrando pleno conocimiento del tema.

Hecha la evaluación correspondiente, según tabla adjunta, la Bachiller ROSA ESCARLETH SÁNCHEZ SANCHO mereció la aprobación obteniendo como calificativo promedio y la nota de DIECISEIS (16)... (letras y números).

A continuación los Miembros del Jurado, dan manifiesto que la Bachiller ROSA ESCARLETH SÁNCHEZ SANCHO APROBÓ la exposición de la Tesina.

Siendo las 15:45 horas, se levantó la sesión, firmando para constancia la presente acta en dos (2) copias originales.

  
Lic. Juan Toledo Rodríguez  
**MIEMBRO**

  
Mg. José Carlos Oré Luján  
**PRESIDENTE**

# RESUMEN

## **Simulación de sistemas para la mejora del proceso de cambios y devoluciones en una empresa de venta directa**

Rosa Escarleth Sánchez Sancho

Febrero – 2018

Asesor : Mg. José Carlos Oré Lujan

Título obtenido : Licenciada en Investigación Operativa

---

En este trabajo se analiza la situación actual del proceso de cambios y devoluciones de una empresa de venta directa la cual se dedica a la comercialización de ropa interior y lencería fina. El objetivo principal de este trabajo es brindar una propuesta de mejora del proceso de cambios y devoluciones de tal manera que se maximice la productividad de las auxiliares de dicha área.

Planteados los objetivos, se desarrolla un modelo matemático de Simulación que será procesado haciendo uso de un software comercial. Este modelo puede ser aplicado a cualquier empresa dedicada a la venta directa que cuente con esta área de cambios y devoluciones.

Para lograr los objetivos planteados se hace un análisis de la situación actual del proceso así como también se crean nuevos escenarios para un futuro el cual será simulado usando el software.

Palabras claves:

Simulación de sistemas

Software ARENA

# **ABSTRACT**

## **System simulation to improve the process in the department of exchanges and returns applied in a direct lingerie marketing (DLM) company**

Rosa Escarleth Sánchez Sancho

Febrero – 2018

Asesor : Mg. José Carlos Oré Lujan

Obtenied degree : Operational Research Licensed

---

In this work we analyzed the current situation of the process of exchanges and returns in a DLM company which is dedicated to sale underwear and fine lingerie. The main objective of this work is to improve the process of exchanges and returns and increased the productivity of the operators in that area.

Once the objectives are set, we develop a mathematical model of Simulation that will be solve using commercial software. This model can be applied to any company dedicated to direct sales that has this area of changes and returns.

To achieve the proposed objectives, an analysis is made of the current situation of the process as well as new scenarios are created for a future which will be simulated using the software.

Key words:

Sistema Simulation

Software ARENA

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**SÁNCHEZ SANCHO, ROSA ESCARLETH**

SIMULACIÓN DE SISTEMAS PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE CAMBIOS Y DEVOLUCIONES EN UNA EMPRESA DE VENTA DIRECTA (DLM)

Lima 2018.

V, 59p., (UNMSM, Licenciado, Investigación Operativa, 2018).

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Facultad de Ciencias Matemáticas

Investigación Operativa

UNMSM / FdeCM

# ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	3
CAPÍTULO 1: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	5
1.1. Situación problemática: .....	5
1.2. Formulación del problema.....	11
1.2.1. Problema general .....	11
1.2.2. Formulación de los problemas específicos.....	11
1.3. Objetivos.....	11
1.3.1. Objetivo general .....	11
1.3.2. Objetivos específicos .....	11
1.4. Justificación de la investigación.....	11
1.5. Delimitaciones.....	11
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO .....	13
2.1. Antecedentes de la investigación .....	13
2.1.1. Antecedentes Nacionales.....	13
2.1.2. Antecedentes Internacionales.....	14
2.2. Bases teóricas.....	14
2.2.1. Principios de simulación .....	14
2.2.2. Etapas para realizar un estudio de simulación (Banks, 1998).....	15
2.2.3. Modelos de simulación (Izquierdo y otros, 2008).....	17
2.2.4. Factores a considerar en el desarrollo del modelo de simulación (Coss, 2003) 19	
2.2.5. Simulación en software ARENA (Bradley, 2007) .....	22
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA .....	26
3.1. Introducción .....	26
3.2. Medidas del comportamiento del sistema en interés:.....	27
3.3. Distribución de probabilidad estimada.....	27
3.4. Descripción del modelo orientado al sistema.....	29
3.5. Descripción del modelo orientado a los eventos del sistema .....	31
3.6. El modelo del sistema con ARENA .....	35



CAPÍTULO 4: RESULTADOS.....	49
4.1. Escenario 1:.....	49
4.2. Escenario 2:.....	51
4.3. Escenario 3.....	51
CONCLUSIONES .....	53
REFERENCIAS.....	54

## INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas buscan mejorar continuamente sus diferentes procesos de producción de tal manera que se maximice la productividad reduciendo tiempos muertos tanto para los operarios como para las maquinas utilizadas.

Para esta investigación se analiza una empresa que se dedica la comercialización de ropa interior y lencería fina por catálogo. Esto significa que las compradoras recién conocen el producto real cuando lo tiene en sus manos después de haber realizado el pedido, es por esto que existe el área de cambios y devoluciones para que las compradoras puedan realizar los cambios de talla y de color de los diversos modelos y de no contar con existencias para el cambio se aplica una nota de crédito. Dicha empresa maneja sus despachos de acuerdo a grupos de zonas y de acuerdo a un calendario para cada área, cada área es responsable de cumplir el calendario rigurosamente para no generar quejas y demoras en el reparto de pedidos.

La tesina presentada tiene por objetivo la mejora del proceso de cambios y devoluciones a través de una propuesta para la reducción de tiempos flojos obteniendo así también la mayor cantidad de bultos (por consiguiente prendas) procesados por día. Para ello la mejora se basa en un modelo matemático que permita obtener el menor tiempo posible para poder cubrir todo el proceso diario de cada auxiliar buscando maximizar la cantidad de bultos procesados por día.

Para el desarrollo de la tesina la investigación se realiza en 4 capítulos. En el capítulo 1 se encuentra la situación actual del proceso, se explica con detalle las actividades realizadas en el área, así como los procesos relacionados a dicha área.

En el capítulo 2 se presenta el marco teórico que es la base científica para esta investigación. Se presenta los temas de interés así como también algunos términos que son útiles para entender mejor el proceso.

En el capítulo 3 se presenta la metodología empleada para la realización de esta investigación así como el modelo empleado para esta investigación.

En el capítulo 4 se muestran los resultados obtenidos al haber probado con distintos escenarios el modelo de simulación. Finalmente se presentan las conclusiones de esta investigación.

# CAPÍTULO 1: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

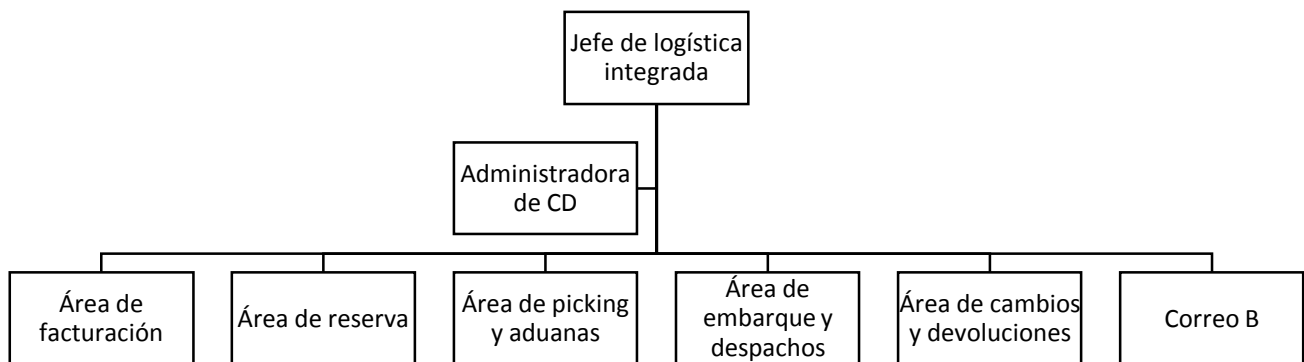
En este capítulo se presenta la situación problemática en estudio, así como los objetivos, la justificación y las limitaciones de la investigación.

## 1.1. Situación problemática:

La empresa en investigación es de origen colombiano pero ya tiene presencia de 20 años en Perú durante los cuales se ha convertido en una marca líder en venta de ropa interior y lencería fina en nuestro país. Es una organización ágil y rentable, dedicada a la manufactura y comercialización de ropa interior comprometida con la satisfacción de las necesidades del consumidor. El recurso humano con su compromiso, superación y conocimiento es fundamental en el crecimiento de la compañía.

Actualmente en nuestro país la empresa tiene dos sedes una donde se maneja toda la administración de la marca y otra que es el centro de distribución (CD) la cual tiene su propia administración. Cada sede cuenta con un organigrama funcional.

**Grafico1:** Estructura orgánica del centro de distribución.



**Fuente:** elaboración propia

Actualmente el área de cambios y devoluciones se encuentra al mando de una coordinadora y está a su vez trabaja con 3 auxiliares que son las encargadas de realizar todo el proceso.

En el centro de distribución (CD) todas las áreas se rigen a un calendario de actividades programadas con anticipación, el cual incluye el día específico que se atienden a cada zona en cada área.

Como muestra la gráfica 2 el calendario de actividades consta de 3 semanas por campaña, al año la empresa realiza 18 campañas. Dentro de las 3 semanas se logra atender a 69 zonas las cuales conforman toda el área de distribución que atiende la compañía, las zonas a procesar pertenecen tanto a Lima Metropolitana como a provincias. Dichas zonas están identificadas con un número que es el que aparece en el cronograma de actividades.

El proceso en el área de C&D se realiza actualmente como ya se mencionó con 3 auxiliares las cuales se distribuyen las zonas de acuerdo al calendario. Actualmente el proceso se cuenta por paquetes o casos enviados por la líder zonal. En la actualidad cada auxiliar puede procesar al día un máximo de 80 paquetes (el cual puede variar con el número de prendas a procesar), los 80 paquetes generalmente se completan entre 1 y 2 zonas, pues existen zonas que por ser más extensas y tener un stencil de compradoras más amplio envía mayor cantidad de paquetes para procesar. Cada caso enviado le pertenece a una sola compradora y esta puede mandar la cantidad de prendas que ella considere necesario cambiar. Debido a que la cantidad de prendas a procesar es variable llegan días en que no se logra atender todas las zonas programadas para ese día y es ahí donde acumulan casos para los días posteriores, donde se toma en cuenta atender y procesar primero las zonas que vienen de provincia y tienen un menor lead time. Cabe mencionar también que actualmente todos los procesos de inventarios se realizan en el software comercial de la empresa llamado Sistema de Consulta Leo (SCL) los cuales se realizan manualmente y eso también toma más tiempo a las auxiliares.

Grafico 2: Calendario de operaciones

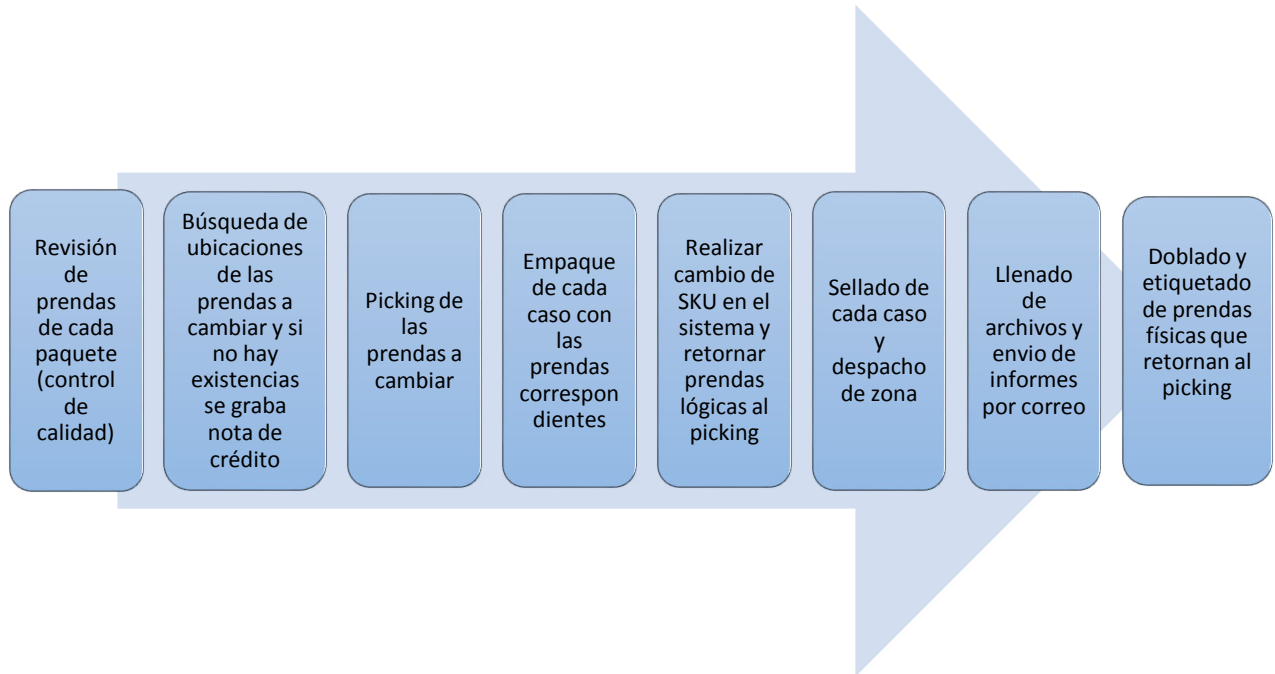
CALENDARIO DE OPERACIONES C-13

	SEMANA 01							SEMANA 02							SEMANA 03							
	29-ago	30-ago	31-ago	01-sep	02-sep	03-sep	04-sep	05-sep	06-sep	07-sep	08-sep	09-sep	10-sep	11-sep	12-sep	13-sep	14-sep	15-sep	16-sep	17-sep	18-sep	
DESPACHO C12		A	B	C	D			E	F	G	H	I			J	K	L	M				
		FERIADO	108	103 (B)	129			120	106	111	110	101			104	100	102	131				
			115	107 (B)	134			240	121	112	220	126			125	105	114	233				
			122	109	335			302	203	119	231	132			128	226	135	238				
			123	116	410			320	300	127	330	213			209	230	234	420				
			124	(B)	137	450			401	402	211	403	245				415	310				
			130	(B)	139				460			458	312					440				
			201		202																	
			210		430																	
			221		(B)																	
			29-ago	30-ago	31-ago	01-sep	02-sep	03-sep	04-sep	05-sep	06-sep	07-sep	08-sep	09-sep	10-sep	11-sep	12-sep	13-sep	14-sep	15-sep	16-sep	17-sep
CAMBIOS Y DEVOLUCIONES (Llegada CD) CIERRA C11 INICIA C12 (2)	112		FERIADO	111	119	104			100	102	131	233			108	109	129	120	106			
	211	127		101	125			105	114	234	238			115	116	134	335	121				
		110		126	128			226	135	310	420			122	137	410	450	240				
		220		132	245			415	440					123	202		401	302				
		330		213	312			209	230					103	430			320				
		403		231	458									107				460				
														124								
														130								
														139								
														201								
														210								
														221								

Fuente: Archivo histórico de operaciones

El proceso de C&D se explica en el siguiente diagrama

**Gráfico 3:** Proceso de C&D



**Fuente:** elaboración propia

Para esta investigación lo que se busca es reducir tiempos de cada etapa del proceso. La tabla 1 nos muestra la situación actual con los tiempos que le toma a una auxiliar cumplir con todos los procesos de cambios y devoluciones.

La cantidad de unidades procesadas se logra saber una vez terminado el proceso. La cantidad de casos a procesar lo incluye las líderes en su formato de envío como muestra el gráfico 4.

**Gráfico 4:** Formato enviado por líderes

INFORMES DE CASOS Y SITUACIONES		Nº 130272	
TIPO DE A:	Operaciones	CODIFIC. COMPARTORA	
INFORMADO POR:	Elaborado a nombre del líder	Kethin Cangua	
ASUNTO:	31 Cambios C-4-C5	ACCIONES TOMADAS	
Firma Líder Zona	ZONA	FECHA	Asunto atendido por
		D M A	
		119 15/1/16	

ORIGINAL: Archivado en C&M después de ofrecido. COPIA AZUL: Atropello de ofrecido devuelto a la líder zona, o si es el caso a la compartora. COPIA AMARELLA: Archivo líder zona.

En la hora de llegada se registra los días de demora que tiene la zona en ser procesada, es decir si la zona llega el día 1 y por falta de tiempo se dejó sin procesar y se procesa recién el día 2 entonces se registra que tiene 1 día de demora.

En el apartado zona se registra el número de la zona a procesar, como ya se mencionó cada zona está identificada con un número único, las zonas que pertenecen a Lima metropolitana comienzan con 1 y las de provincia con 2, 3 y 4. Cabe mencionar que las zonas de provincia tienen la prioridad para ser procesadas.

Los ítem del 1 al 18 reportan el tiempo tomado a una auxiliar para poder realizar cada ítem.

La cantidad de devoluciones es la cantidad de prendas a las que se les aplicó una nota de crédito.

Unidades cambio representa la cantidad de unidades a las que se les realizó el cambio correspondiente.

Unidades rechazadas representa las unidades a las que no se le realizó el proceso de cambios y/o devoluciones debido a que no cumple con las políticas establecidas por la empresa para realizar el cambio y/o devolución.



**Tabla 1:** tiempos estimados de duración

Nombre auxiliar:		####			
# Unidades (prendas)		28		67	
# Casos		17		48	
Demora		1 día		2 días	
Zona		<b>458</b>		<b>110</b>	
		Inicio	Termino	Inicio	Termino
1	Conteo	07:40	07:42	08:45	08:55
2	Revisado / Depuración	07:42	08:40	08:55	11:00
3	Búsqueda ubicaciones	11:00	11:15	11:15	11:35
4	Generación Devabas (depende de otra área)				
5	Grabar devoluciones/Interfaces	11:35	11:42	11:42	12:00
7	Picking (depende de otra área)	12:00	01:00	12:00	01:00
8	Generación Sticker y pegado	01:00	01:10	01:10	01:20
9	Embolsado / Empaque	01:20	01:35	02:21	03:00
10	Cambio de Sku	01:35	01:50	03:00	03:15
11	Retorno de prendas lógicas	01:50	01:55	03:15	03:25
12	Sellado de bolsas	11:55	02:00	03:25	03:35
13	Compaginado de notas créditos	02:00	02:15	03:35	03:55
14	Empaque final bolsa para líder relación de envíos	02:15	02:20	03:55	04:15
15	Despacho de zona	02:20	02:21	04:15	04:17
16	Ingreso DNI de compradoras archivo	04:17	04:35	04:35	04:55
17	Correo a Líderes y Correo a Colombia	04:55	05:05	05:05	05:15
18	Doblado y etiquetado de prendas	05:15		05:45	
	# Unidades Devueltas	5		13	
	# Unidades Cambios	16		45	
	# Casos Rechazados	0		1	

**Fuente:** archivo histórico de la compañía

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Es posible mejorar el rendimiento de las auxiliares del área (procesar más paquetes por campaña)?

### **1.2.2. Formulación de los problemas específicos**

- ¿Cómo se formula una propuesta para la reducción de tiempos de cada etapa del proceso?
- ¿Cuál sería el costo a asumir para la reducción de tiempos?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar cómo mejorar el rendimiento de las auxiliares.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar cómo formular una propuesta para el cálculo de los tiempos óptimos de cada etapa.
- Analizar y determinar el costo a asumir para la reducción de tiempos.

## **1.4. Justificación de la investigación**

Con este trabajo de investigación se desea contribuir con el área de cambios y devoluciones de la empresa en estudio, mediante el planteamiento de una propuesta que nos permita reducir el tiempo de procesamiento de cada zona. De tal manera que se logre despachar y entregar a tiempo los cambios a cada compradora para reducir las quejas por este motivo.

La reducción de quejas y devoluciones de los cambios por demora de entrega conlleva a tener clientes satisfechos y aumentar las utilidades de la empresa.

## **1.5. Delimitaciones**

El presente estudio de investigación se desarrolla en el área de cambios y devoluciones de una empresa dedicada a la venta directa, dicha investigación fue llevada a cabo durante el segundo semestre del año 2017.

En este semestre se llevaron a cabo las investigaciones, reunión de información (archivos) y pruebas con toma de tiempos que han servido para elaborar la presente propuesta de solución al problema detectado.

## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

La presente investigación analizará la mejora del proceso de cambios y devoluciones para un conjunto de actividades. Para ello se empleara definiciones de la investigación de operaciones que es la simulación de sistemas, el cual consiste en modelar el sistema analizado para proponer diferentes escenarios que nos permitan mejorar las actividades dentro del proceso.

### 2.1. Antecedentes de la investigación

Se pueden encontrar varios estudios realizados por profesionales de diferentes áreas sobre la simulación de sistemas aplicada a la mejora de procesos utilizando diferentes software.

Dichos estudios serán tomados como referencia para la presente investigación.

#### 2.1.1. Antecedentes Nacionales

Deza Avilez, Roberto Jesús (2010), quien desarrollo una tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial titulada: *“Propuesta de mejora en los tiempos de atención para información y pre-inscripción de alumnos en el counter de informes para admisión de la Universidad”*, el cual nos muestra una mejora de tiempos de un servicio aplicando simulación de sistemas con el software Arena.

Sucasaire Plasencia, Humberto Eli (2016), quien desarrollo una tesis para optar por la licenciatura en Investigación Operativa titulada: *“Aplicación de simulación de sistemas con el software Arena para la mejora de la toma de decisiones en los servicios de ecografía de una clínica de Medical Images SAC en el distrito de Los Olivos en Lima Metropolitana”* el cual nos muestra cómo se puede utilizar la simulación de sistemas para la toma de decisiones la cual le permite mejorar un proceso de servicios en una clínica local.

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales**

Cabrera Linares, Auwlyee Isaac (2014) – Universidad Católica Andrés Bello, quien desarrollo una tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial titulada: *“Propuestas de mejora en los procesos logísticos de un centro de distribución de una empresa de tiendas de conveniencia mediante el uso de técnicas de simulación”* el cual nos muestra el uso de la simulación de sistemas dentro de una proceso que involucra varias actividades buscando la mejora del todo el proceso del centro de distribución.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Principios de simulación**

En las ciencias, la simulación es el artificio contextual que referencia la investigación de una hipótesis o un conjunto de hipótesis de trabajo utilizando modelos un método perfecto para la enseñanza y aprendizaje

Thomas T. Goldsmith Jr. y Estle Ray Mann (1976) la definen así: "Simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos períodos".

La definición anterior está en un sentido muy amplio, pues puede incluir desde una maqueta, hasta un sofisticado programa de computadora. En sentido más estricto H. Maisel y G. Gnugnoli (1972) definen la simulación como: "La simulación es una técnica numérica para realizar experimentos en una computadora digital. Estos experimentos involucran ciertos tipos de modelos matemáticos y lógicos que describen el comportamiento de sistemas de negocios, económicos sociales, biológicos, físicos o químicos a través de largos periodos de tiempo.

Una definición más formal, formulada por R. E. Shannon (1976) es: "La simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento

del sistema o evaluar nuevas estrategias -dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos - para el funcionamiento del sistema".

### **2.2.2. Etapas para realizar un estudio de simulación** (Banks, 1998).

#### **a. Definición del sistema**

Consiste en estudiar el contexto del problema, identificar los objetivos del proyecto, especificar los índices de medición de la efectividad del sistema, establecer los objetivos específicos del modelamiento y definir el sistema que se va a modelar un sistema de simulación.

#### **b. Formulación del modelo**

Una vez definidos con exactitud los resultados que se espera obtener del estudio, se define y construye el modelo con el cual se obtendrán los resultados deseados. En la formulación del modelo es necesario definir todas las variables que forman parte de él, sus relaciones lógicas y los diagramas de flujo que describan en forma completa el modelo.

#### **c. Colección de datos**

Es importante que se definan con claridad y exactitud los datos que el modelo va a requerir para producir los resultados deseados.

#### **d. Implementación del modelo en la computadora**

Con el modelo definido, el siguiente paso es decidir qué lenguaje de programación (como Fortran, Algol, Lisp, etc.) o qué paquete de software se va a utilizar para procesar el modelo en la computadora y obtener los resultados deseados.

#### **e. Verificación**

El proceso de verificación consiste en comprobar que el modelo simulado cumple con los requisitos de diseño para los que se elaboró. Se trata de evaluar que el modelo se comporta de acuerdo a su diseño.

#### **f. Validación del sistema**

A través de esta etapa se valoran las diferencias entre el funcionamiento del simulador y el sistema real que se está tratando de simular. Las formas más comunes de validar un modelo son:

- La opinión de expertos sobre los resultados de la simulación.
- La exactitud con que se predicen datos históricos.
- La exactitud en la predicción del futuro.
- La comprobación de falla del modelo de simulación al utilizar datos que hacen fallar al sistema real.
- La aceptación y confianza en el modelo de la persona que hará uso de los resultados que arroje el experimento de simulación.

#### **g. Experimentación**

La experimentación con el modelo se realiza después que este haya sido validado. La experimentación consiste en comprobar los datos generados como deseados y en realizar un análisis de sensibilidad de los índices requeridos.

#### **h. Interpretación**

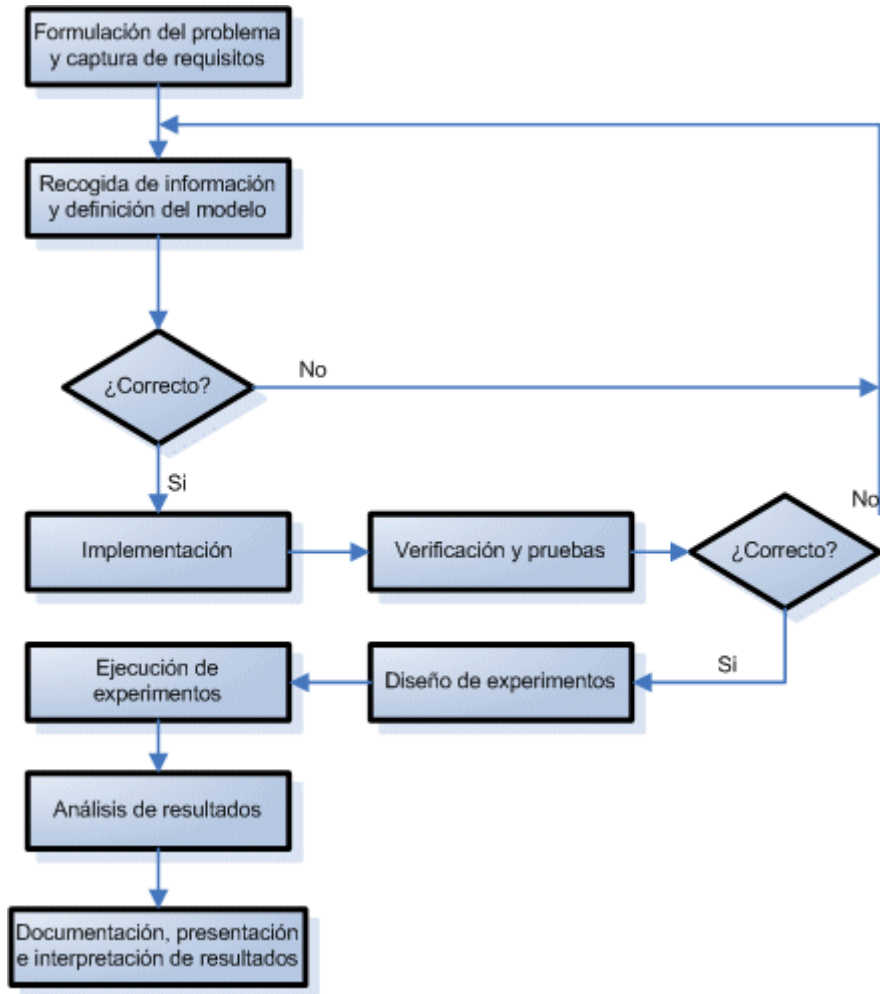
En esta etapa del estudio, se interpretan los resultados que arroja la simulación y con base a esto se toma una decisión. Es obvio que los resultados que se obtienen de un estudio de simulación ayudan a sustentar decisiones del tipo semi-estructurado.

#### **i. Documentación**

Dos tipos de documentación son requeridos para hacer un mejor uso del modelo de simulación. La primera se refiere a la documentación del tipo técnico y la segunda se refiere al manual del usuario, con el cual se facilita la interacción y el uso del modelo desarrollado.

El gráfico 5 muestra el conjunto de etapas mencionadas para guiar la construcción de un modelo de simulación.

**Gráfico 5:** etapas del proceso de simulación



### 2.2.3. Modelos de simulación (Izquierdo y otros, 2008)

La experimentación puede ser un trabajo de campo o de laboratorio. El modelo de método usado para la simulación sería teórico, conceptual o sistémico.

Después de confirmar la hipótesis podemos ya diseñar un teorema. Finalmente si este es admitido puede convertirse en una teoría o en una ley.



**a. Modelo teórico**

El modelo teórico debe contener los elementos que se precisen para la simulación. Un ejemplo con trabajo de laboratorio es un programa de estadística con ordenador que genere números aleatorios y que contenga los estadísticos de la media y sus diferentes versiones: cuadrática- aritmética-geométrica-armónica. Además debe ser capaz de determinar la normalidad en términos de probabilidad de las series generadas. La hipótesis de trabajo es que la media y sus versiones también determinan la normalidad de las series. Es un trabajo experimental de laboratorio. Si es cierta la hipótesis podemos establecer la secuencia teorema, teoría, ley. Es el modelo principal de toda una investigación científica, gracias a ello podemos definir o concluir la hipótesis, las predicciones, etc.

**b. Modelo conceptual**

El modelo conceptual desea establecer por un cuestionario y con trabajo de campo, la importancia de la discriminación o rechazo en una colectividad y hacerlo por medio de un cuestionario en forma de una simulación con una escala de actitud. Después de ver si la población es representativa o adecuada, ahora la simulación es la aplicación del cuestionario y el modelo es el cuestionario para confirmar o rechazar la hipótesis de si existe discriminación en la población y hacia qué grupo de personas y en que cuestiones. Gran parte de las simulaciones son de este tipo con modelos conceptuales.

**c. Modelo sistémico**

El modelo sistémico se construye utilizando como metodología la dinámica de sistemas. Se simula el sistema social en una de sus representaciones totales. El análisis de sistemas es una representación total. Un plan de desarrollo en el segmento de transportes con un modelo de ecología humana, por ejemplo. El énfasis en la teoría general de sistemas es lo adecuado en este tipo de simulaciones. Este método, que es para un sistema complejo, es sumamente abstracto, y no se limita a la descripción del sistema, sino que

debe incluir en la simulación las entradas y salidas de energía y los procesos de homeostasis, de autopoiesis y de retroalimentación.

Tanto el programa de estadística como la escala de actitud y el sistema total, son perfectas simulaciones de la realidad y modelizan todos los elementos en sus respectivas hipótesis de trabajo. Son también un microclima y el ambiente o el escenario en los procesos de simulación/experimentación. Otras propiedades que deben contener las simulaciones es que sean repetibles indefinidamente. Que eviten el efecto de aprendizaje que incita al encuestador a rellenar él mismo los cuestionarios y que se podrá evitar con algún control, que sean flexibles o mejorables y que no sea invasivo o cambiar la población de las muestras sucesivas.

#### 2.2.4. **Factores a considerar en el desarrollo del modelo de simulación** (Coss, 2003)

Puesto que la simulación está basada fuertemente en la teoría de probabilidad y estadística, en matemáticas, en ciencias computacionales, etc., es conveniente decir como intervienen estas áreas en el desarrollo y formulación del modelo de simulación.

##### a. **Generación de variables aleatorias no-uniformes**

Si el modelo de simulación es estocástico, la simulación debe ser capaz de generar variables aleatorias no uniformes de distribución de probabilidad teórica o empírica. Lo anterior puede ser obtenido si se cuenta con un generador de números uniformes y una función que transforme estos números en valores de la distribución de probabilidad deseada. A este respecto, se han desarrollado una gran cantidad de generadores para las distribuciones de probabilidad más comunes como: la distribución normal, la distribución exponencial, la distribución Poisson, la distribución F, la distribución T, etc.

## **b. Condiciones iniciales**

La mayoría de los modelos de simulación estocástica se recorren con la idea de estudiar al sistema en una situación de estado estable. Sin embargo la mayoría de estos modelos presentan en su etapa inicial estados transientes los cuales no son típicos del estado estable. Por consiguiente es necesario establecer claramente las alternativas o curso en acción que existen para resolver este problema. Algunos autores piensan que la forma de atacar este problema sería a través de:

- Usar un tiempo de corrida lo suficientemente grande de modo que los periodos transientes sean relativamente insignificantes con respecto a la condición de estado estable.
- Excluir una parte apropiada de la corrida.
- Utilizar simulación degenerativa.

Obviamente de las tres alternativas presentadas, la que presenta menos desventajas es el uso de la simulación regenerativa. Las otras alternativas presentan las desventajas de ser prohibitivamente excesivas en costo.

## **c. Tamaño de la muestra**

Uno de los factores principales a considerar en un estudio de simulación es el tamaño de la muestra. La selección de un tamaño de muestra apropiado se asegura un nivel deseado de precisión y a la vez minimice el costo de operación de del modelo, es un problema algo difícil pero importante. Puesto que la información proporcionada por el experimento de simulación sería la base para decidir con respecto a la operación del sistema real, esta información deberá ser tan exacta y precisa como sea posible o al menos el grado de imprecisión que presente con la información proporcionada por el modelo debe ser conocida. Por consiguiente, es necesario que un análisis estadístico sea realizado para determinar el tamaño de la muestra requerido.

El tamaño de la muestra puede ser obtenido de dos maneras:

- Previa o independientemente de la operación del modelo, o

- Durante la operación del modelo y basado en los resultados arrojados por el modelo.

Para la última alternativa se utiliza la técnica estadística de intervalos de confianza.

#### **d. Ventajas y desventajas en el uso de la simulación**

Aunque la técnica de simulación generalmente se ve como un último recurso, recientes avances en las metodologías de simulación y la gran disponibilidad de software que actualmente existe en el mercado, hacen que la técnica de simulación sea una de las herramientas más ampliamente usadas en el análisis de sistemas. Además de las razones antes mencionadas, Thomas H. Naylor ha sugerido que un estudio de simulación es muy recomendable porque presenta las siguientes ventajas.

- A través de un estudio de simulación, se puede estudiar el efecto de cambios internos y externos del sistema, al hacer alteraciones en el modelo del sistema y observando los efectos de estas alteraciones en el comportamiento del sistema.
- Una observación detallada del sistema que se está simulando puede conducir a un mejor entendimiento del sistema y por consiguiente a sugerir estrategias que mejoren la operación y eficiencia del sistema.
- La simulación de sistemas complejos puede ayudar a entender mejor la operación del sistema, a detectar las variables más importantes que interactúan en el sistema y a entender mejor las interrelaciones entre estas variables.
- La técnica de simulación puede ser utilizada para experimentar con nuevas situaciones, sobre las cuales se tiene poca o ninguna información. A través de esta experimentación se puede anticipar mejor a posibles resultados no previstos.

- Cuando nuevos elementos son introducidos en un sistema, la simulación puede ser usada para anticipar cuellos de botella o algún otro problema que puede surgir en el comportamiento del sistema.

A diferencia de las ventajas mencionadas, la técnica de simulación presenta el problema de requerir equipos computacionales y recursos humanos. Además generalmente se requiere bastante tiempo para que un modelo de simulación sea desarrollado y perfeccionado.

#### **2.2.5. Simulación en software ARENA** (Bradley, 2007)

Arena es un potente software de modelado y simulación de diferentes áreas de negocio. Se ha diseñado para analizar el impacto de los cambios que suponen los complejos y significativos rediseños asociados a la cadena de suministros, procesos, logística, distribución y almacenaje y sistemas de servicio. Tiene gran flexibilidad y cubre gran cantidad de aplicaciones a modelar con cualquier nivel de detalle o complejidad.

Un escenario típico incluye:

- Análisis detallado del tipo de sistema de manufactura, incluyendo el transporte manual de componentes.
- Análisis de servicio al cliente y sistemas de dirección orientados al cliente.
- Análisis de cadenas de suministro globales que incluyen almacenamiento, transporte y sistemas logísticos.
- Predicción del funcionamiento de sistemas en función de medidas clave como costes, tasa de salida de piezas, tiempos de ciclo y utilización.
- Identificación de los procesos cuello de botella como colas construidas con sobreutilización de recursos.
- Planificación del personal, equipos y requerimientos de material.

Arena Software es un simulador intuitivo gracias a que la programación está basada en la colocación y unión gráfica de distintos módulos de proceso.

El entorno de modelado de Arena consta de tres zonas diferenciadas.

- a. **Ventana del diagrama de flujo del modelo** (Model window flowchart view) En este espacio se construye el diagrama de bloques que conforman el modelo de simulación del proceso. En esta ventana pueden observarse también los elementos gráficos y animaciones de las simulaciones.
- b. **Ventana de hoja de cálculo** (Model window spreadsheet view) En esta ventana se pueden comprobar y modificar los parámetros correspondientes a los bloques (procesos) y a las entidades.
- c. **Barra de Proyectos** (Project Bar) Este espacio tiene varios paneles desplegados que permiten diseñar el modelo. Dichos paneles contienen los módulos necesarios para construir el modelo, así como otros elementos como los informes estadísticos de las simulaciones o un panel de navegación que facilita la localización del modelo de la ventana A. La construcción de un modelo es relativamente fácil pues una vez diseñado el diagrama de flujos y la secuenciación de los eventos discretos del proceso, basta con “arrastrar” módulos de la zona C a la zona A y darle valores a los parámetros correspondientes.

#### 2.2.5.1. **Panel de procesos básicos** (Fábregas, 2003)

El panel de procesos básicos es un conjunto de módulos que permite la elaboración de diagramas de flujo de poca complejidad, están divididos en módulos lógicos (parte activa del modelo) y módulo de datos (declarar los valores iniciales y propiedades de los diferentes elementos).

Entre los módulos lógicos tenemos:

- **Create:** Las entidades que pasarán a ser procesadas en sistema simulado se generan en este módulo, el cual se toma como punto de partida para la construcción de un modelo, aunque, según el sistema

que se va a simular, varias entradas de entidades pueden ser requeridas. En este módulo se asigna el atributo Entity Type.

- **Dispose:** Este módulo, que tiene como función retirar una entidad del modelo, se agrega al final de todas las instrucciones, en el momento en que se considere que la entidad al final ha llegado al punto de salida del sistema simulado. En este módulo se recolectan las estadísticas correspondientes a la entidad.
- **Process:** En este módulo las entidades experimentan una operación que involucra la utilización de un recurso, la demora que ocasiona el tiempo de procesamiento y la liberación del recurso. Así mismo, en él se puede especificar a qué categorías del costo pertenece el tiempo de la operación (valor agregado, no valor agregado, transferencia, espera, entre otros). Este módulo también puede cumplir la función de un submodelo.
- **Decide:** Permite direccionar el flujo de entidades de acuerdo con una regla de decisión, la cual se puede base en una condición, en una probabilidad o en una expresión.
- **Batch:** Permite formar lotes o grupos de entidades de un tamaño cualquier y previamente definido. Estos lotes o grupos pueden ser permanentes o temporales, de cualquier tipo de entidad o de un tipo específico. Cuando se forma un lote se crea una entidad que representa al grupo formado.
- **Separate:** Separa lotes que se forman temporalmente; desarrolla la función opuesta del módulo batch. Este módulo se puede usar también para hacer varias copias de una entidad.
- **Assign:** Su función es cambiar el valor de un atributo, figura, nivel, secuencia u otra variable del sistema. Es posible hacer varias asignaciones en un solo módulo Assign.

- **Record:** Se emplea para recolectar estadísticas en el modelo de simulación. También se puede emplear como un contador.

Entre los módulos de datos tenemos:

- **Entity:** En esta hoja de trabajo se definen, en las diferentes categorías, el atributo Entity Type, la primera animación que se le asigna a la entidad y sus respectivos costos iniciales.
- **Queue:** En este módulo se definen los nombres de las diferentes colas y el tipo de regla de liberación que éstas siguen (FIFO, LIFO, etc.).
- **Resource:** Los recursos utilizados se declaran en este módulo; así mismo, se definen sus características, como capacidad, costo de operación y fallas.
- **Variables:** En esta hoja se definen los valores iniciales de las variables empleadas en el modelo y, en el caso de arreglos, sus dimensiones.
- **Schedule:** En este módulo se define el horario de trabajo mediante el cual se programa la capacidad de un recurso.
- **Sets:** Se usa cuando se requiere formar grupos repetitivos de recursos, figuras, colas, contadores, estadísticas, entre otros, con el fin de facilitar el modelamiento de un sistema determinado.



## **CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA**

### **3.1. Introducción**

La presente investigación se inició con la detección y el análisis de etapas críticas en el proceso de cambios y devoluciones de la empresa dedicada a la venta directa, la cual se ubica en el distrito de El Agustino, en este estudio se tomaron todos los datos necesarios y pertinentes en el tiempo de:

Inicio: 14 de setiembre de 2017

Fin: 10 de enero de 2018

Siendo los días laborables de lunes a viernes en el horario de 7: 30 am hasta las 5:45 pm. Resaltando que en dicho tiempo de investigación se logró muestrear 6 campañas completas.

Analizados los tiempo de duración de cada proceso en cada etapa del proceso de cambios y devoluciones, se logró establecer las etapas críticas y cuáles son las etapas que se puede mejorar de todo el proceso en estudio.

Como parte de la primera solución del problema se procede con la simulación del primer escenario el cual comprende la utilización de productos tecnológicos. Luego de obtener estos resultados de los nuevos tiempos se procede a simular el escenario para poder tener nuestra primera propuesta de mejora.

Luego se procede a simular el escenario 2 donde se simula en base a los tiempos obtenidos en el escenario 1 pero se disminuye el tiempo de ejecución para 14 días, de tal manera que procedemos a analizar si es factible reducir el número de días para procesar.

Por último se procede a simular el escenario número 3 con el cual pretendemos disminuir el número de días a solo 13 días laborables y se analiza todo el caso.

### **3.2. Medidas del comportamiento del sistema en interés:**

- Cantidad en el flujo de paquetes a analizar por cada auxiliar.
- Número óptimo de días de duración de la campaña.

### **3.3. Distribución de probabilidad estimada.**

Una auxiliar puede atender y procesar entre 30 y 80 paquetes o casos diariamente. A continuación el gráfico 6 muestra un cuadro donde se puede observar la cantidad de casos al día y la cantidad de unidades procesadas por día, también se puede notar que la cantidad de prendas varía entre un día y otro.

Se debe recalcar que al día una auxiliar procesa una zona de provincia y una de Lima o 2 de provincia, en el caso de las zonas de provincia el Courier pasa a recoger los cambios entre las 2pm. y 4pm. (Puesto que son distintos Courier los que atienden distintas zonas).

**Gráfico 6:** cuadro consolidado de zonas que salen por día para región Jaspe

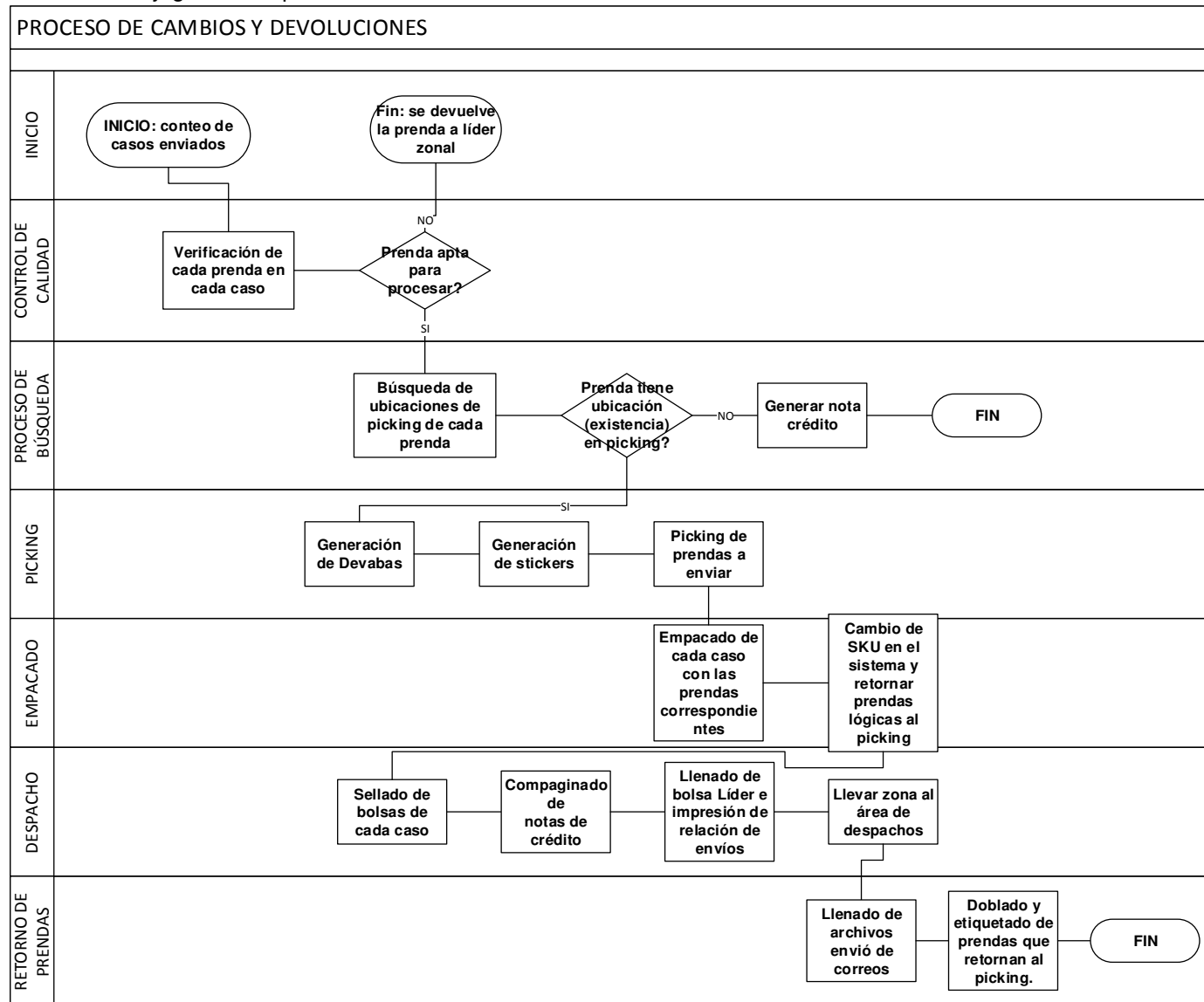
JASPE																							
CAMPAÑA 1709	102	104	108	110	112	114	120	122	124	126	132	134	401	402	403	410	415	420	430	440	450	458	460
MAIL PLAN	C	J	F	H	G	G	E	A	B	I	D	I	E	F	H	D	K	L	C	B	A	H	B
<b>FECHA DE SESIÓN C y/o D</b>	13-Nov	22-Nov	16-Nov	20-Nov	16-Nov	16-Nov	15-Nov	9-Nov	13-Nov	21-Nov	14-Nov	21-Nov	15-Nov	16-Nov	20-Nov	14-Nov	23-Nov	24-Nov	13-Nov	13-Nov	10-Nov	20-Nov	10-Nov
<b>FECHA DE LLEGADA AL CD</b>	14-oct	23-nov	17-nov	21-nov	17-nov	17-nov	17-nov	10-nov	13-nov	22-nov	15-nov	22-nov	17-nov	17-nov	21-nov	15-nov	24-nov	27-nov	14-nov	14-nov	13-nov	22-nov	13-nov
<b>FECHA DE DESPACHO A ZONA</b>	14-oct	24-nov	22-nov	23-nov	22-nov	22-nov	21-nov	10-nov	14-nov	24-nov	17-nov	24-nov	20-nov	20-nov	22-nov	17-nov	28-nov	29-nov	15-nov	15-nov	13-nov	23-nov	14-nov
<b>TOTAL DE CASOS ENVIADOS POR LIDER</b>	57	48	59	45	42	41	25	44	52	60	28	38	64	47	31	68	46	41	40	30	31	14	18
<b>Pedidos facturados</b>	457	448	471	361	411	385	450	372	481	415	301	396	404	351	181	479	375	398	354	313	295	220	112
<b>INDICADOR</b>	12%	11%	13%	12%	10%	11%	6%	12%	11%	14%	9%	10%	16%	13%	17%	14%	12%	10%	11%	10%	11%	6%	16%
<b>TOTAL DE PRENDAS ENVIADAS</b>	81	71	79	58	54	62	33	62	67	77	34	52	97	63	43	98	60	54	50	47	37	21	21
<b>CAMBIOS EFECTUADOS UNIDADES</b>	44	41	41	45	33	39	22	49	50	56	27	33	46	38	27	46	40	32	30	33	23	16	13
<b>%</b>	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	70%	62%	76%	62%
<b>TOTAL CAMBIOS DESPACHADOS</b>	38	33	35	33	29	31	18	35	42	48	22	23	40	28	21	40	33	25	24	24	21	11	12
<b>DEVOLUCIONES TOTALES</b>	37	30	38	13	21	23	11	13	17	21	7	19	51	25	16	52	20	22	20	14	14	5	8
<b>%</b>	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	30%	38%	24%	38%
<b>Devoluciones por Líder / Compradora</b>	31	16	26	10	10	3	3	3	9	13	1	10	37	13	11	40	10	14	10	7	14	1	5
<b>Devoluciones por insuficiencia</b>	2	10	6	2	6	13	6	9	6	7	4	6	12	9	4	11	8	7	8	4	-	4	-
<b>Devoluciones x Calidad</b>	2	-	3	1	3	3	2	1	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	2	-	-	-
<b>CAMBIOS Y/O DEVOLUCIONES NO EFECTUADOS</b>	2	4	3	-	2	4	-	-	1	1	2	3	1	3	1	-	2	1	1	1	-	-	3

**Fuente:** archivo histórico de la compañía

### **3.4. Descripción del modelo orientado al sistema**

- Las entidades: son cada caso recibido en cada zona.
- Los procesos y el recurso de cada proceso: los procesos son inherentes a cada etapa en cada estación los recursos que los atienden son las auxiliares de C&D quien los atiende.
- Acción que ejerce en cada proceso, sobre la entidad: el recurso en cada estación atenderá a las entidades conforme a los tiempos establecidos.
- Flujograma del servicio. La descripción del flujo de las entidades se muestra en el gráfico 9 a través del modelo como sigue:

**Gráfico 9:** Flujograma del proceso de C&D



Fuente: Elaboración propia

### 3.5. Descripción del modelo orientado a los eventos del sistema

- Los eventos son las acciones realizadas en cada estación, control de calidad, búsqueda, picking, empaclado, despacho y retorno.
- Condición de activación de cada evento: la condición de activación de cada evento es el retiro de todas las entidades al siguiente modulo.
- Calculo de las medidas del comportamiento del sistema: las medidas de tiempo del sistema ya se encuentran estandarizadas por las auxiliares del área.
- Condiciones iniciales y finales de la simulación: la condición inicial de la simulación es con cero entidades, de la misma forma al finalizar las corridas terminarán con cero entidades.

#### a. Cantidad de paquetes a procesar por día

Se tomaron de base los datos de la empresa todos los casos atendidos los diferentes días laborables, luego se promediaron las cantidades de casos enviados resultando los promedios por día de cada auxiliar como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2: promedio de casos procesados diariamente

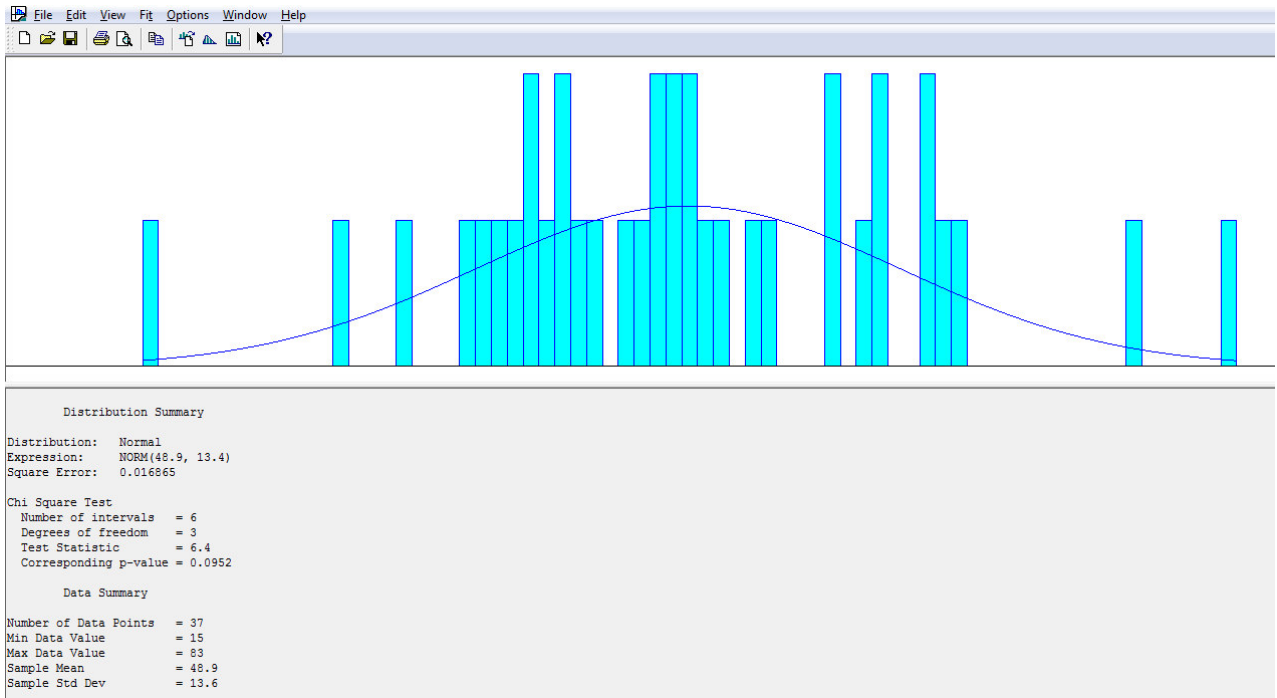
CAMPAÑA X				
	<i>Auxiliar 1</i>	<i>Auxiliar 2</i>	<i>Auxiliar 3</i>	<i>Total de paquetes</i>
<i>Día 1</i>	58	83	54	195
<i>Día 2</i>	60	48	59	167
<i>Día 3</i>	60	91	50	201
<i>Día 4</i>	77	42	41	160
<i>Día 5</i>	61	64	72	197
<i>Día 6</i>	58	65	47	170
<i>Día 7</i>	41	51	46	138
<i>Día 8</i>	47	49	47	143
<i>Día 9</i>	43	54	36	133
<i>Día 10</i>	43	47	33	123
<i>Día 11</i>	28	40	37	105
<i>Día 12</i>	49	45	24	118
<i>Día 13</i>	61	46	39	146
<i>Día 14</i>	64	41	38	143
<i>Día 15</i>	50	53	35	138

Fuente: archivo histórico de la empresa

Vale recalcar que las auxiliares cumplen una jornada laboral desde las 7:30am hasta las 5:45pm teniendo una hora para almorzar en el horario de 12:00 a 1:00pm.

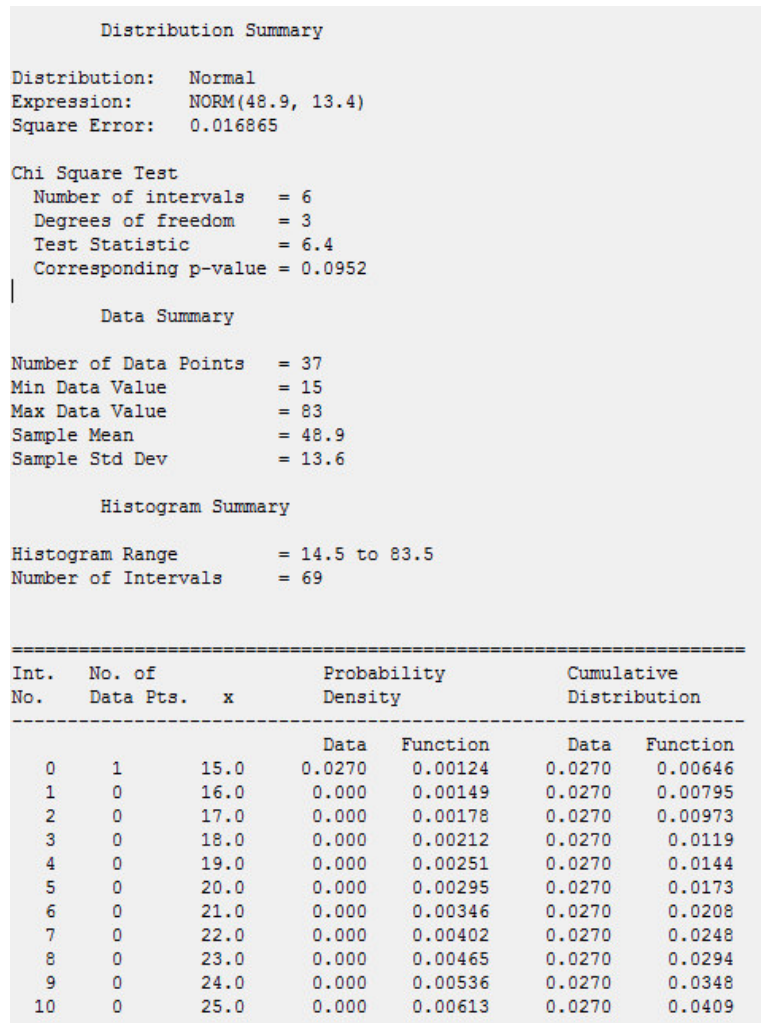
Utilizando los datos de estas tablas de cada auxiliar y empleando la herramienta Input Analyzer del software ARENA se puede llegar a la conclusión de que la cantidad paquetes a procesar por día cada auxiliar tiene una distribución de probabilidad que se asemeja a la distribución normal. Figuras 7 y 8 muestran los resultados de Input Analyzer.

**Gráfico 7:** resultados de Input Analyzer



**Fuente:** software ARENA

**Gráfico 8:** resultados de Input Analyzer



**Fuente:** software ARENA

A continuación se presentan las distribuciones estadísticas de cada módulo:

- Tiempo de duración control de calidad: distribución uniforme (2,5;3)
- Tiempo de duración de búsqueda de ubicación picking: distribución uniforme (0.5;1)
- Tiempo de duración de generar stickers y pegarlos: distribución uniforme (0.2;0.3)
- Tiempo de empacado: distribución uniforme (1;2)
- Tiempo de cambio de SKU: distribución uniforme (0.5;1)
- Tiempo de sellado de bolsas de cada caso: distribución uniforme (0.2;0.3)
- Tiempo de compaginado de notas crédito: distribución uniforme (0.5;0.9)
- Tiempo de realizar formatos para enviar a líder: distribución uniforme (0.1;0.3)



- Tiempo de enviar reporte a líder: distribución uniforme (0.5;1)
- Tiempo de doblado y etiquetado: distribución uniforme (1.5;2.5)

**b. Escenarios a simular:**

De acuerdo al análisis obtenido se logra identificar que existen procesos que son netamente manuales por lo cual se realizaron pruebas con toma de tiempos para modificar estos procesos utilizando aparatos tecnológicos. Estos procesos manuales serian: Generación de Notas Crédito, búsqueda de la ubicación de picking y en el empacado. Con lo cual se reportó una disminución del tiempo de dichas etapas y se considera estas pruebas para poder simular los escenarios.

Disminuyendo los tiempos anteriores se puede disminuir el número de días que dura la campaña. Si antes duraba 15 días toda la campaña, ahora podemos hacer que se cumpla en 14 o 13 días tomando en cuenta también la cantidad de casos a procesar por campaña. Entonces nuestros escenarios son el primero cambiar los tiempos con las nuevas distribuciones de tiempos obtenidas pero haciendo durar 15 días la campaña y cambiar el número de repeticiones a 14 o 13 y comparar con la situación actual.

	ESCENARIO ACTUAL	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
Total casos procesados	352	¿?	¿?	¿?
Tiempo del proceso (horas por día)	9.80	¿?	¿?	¿?
Duración de la simulación (días)	15	15	14	13

### 3.6. El modelo del sistema con ARENA

Gráfico 10: Modelado primera sección

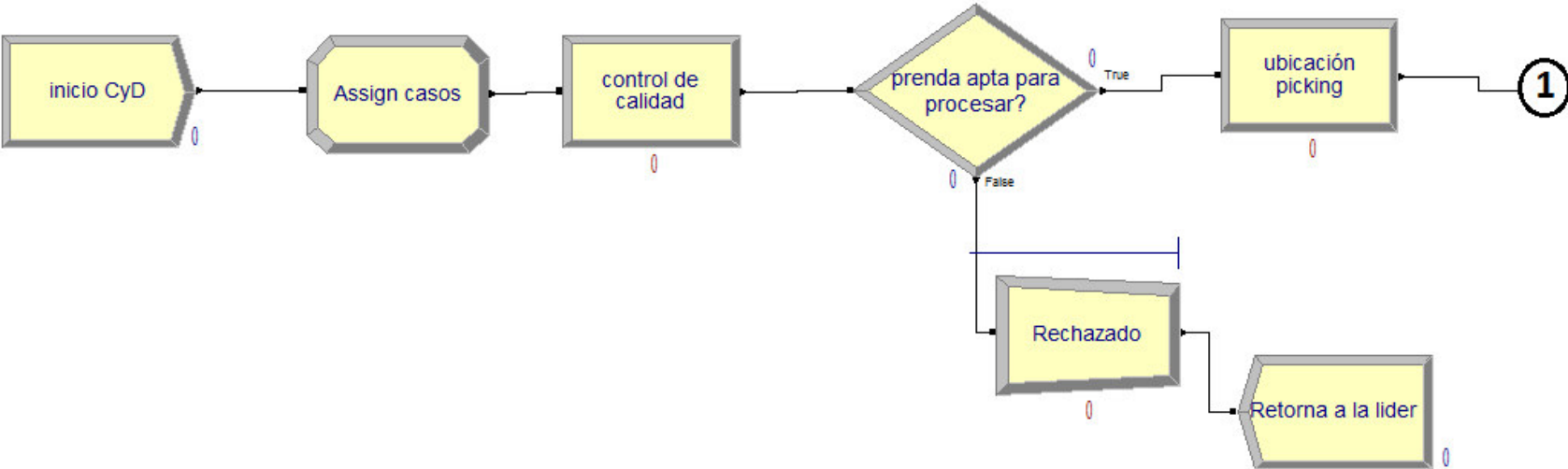


Gráfico 11: Modelado segunda sección

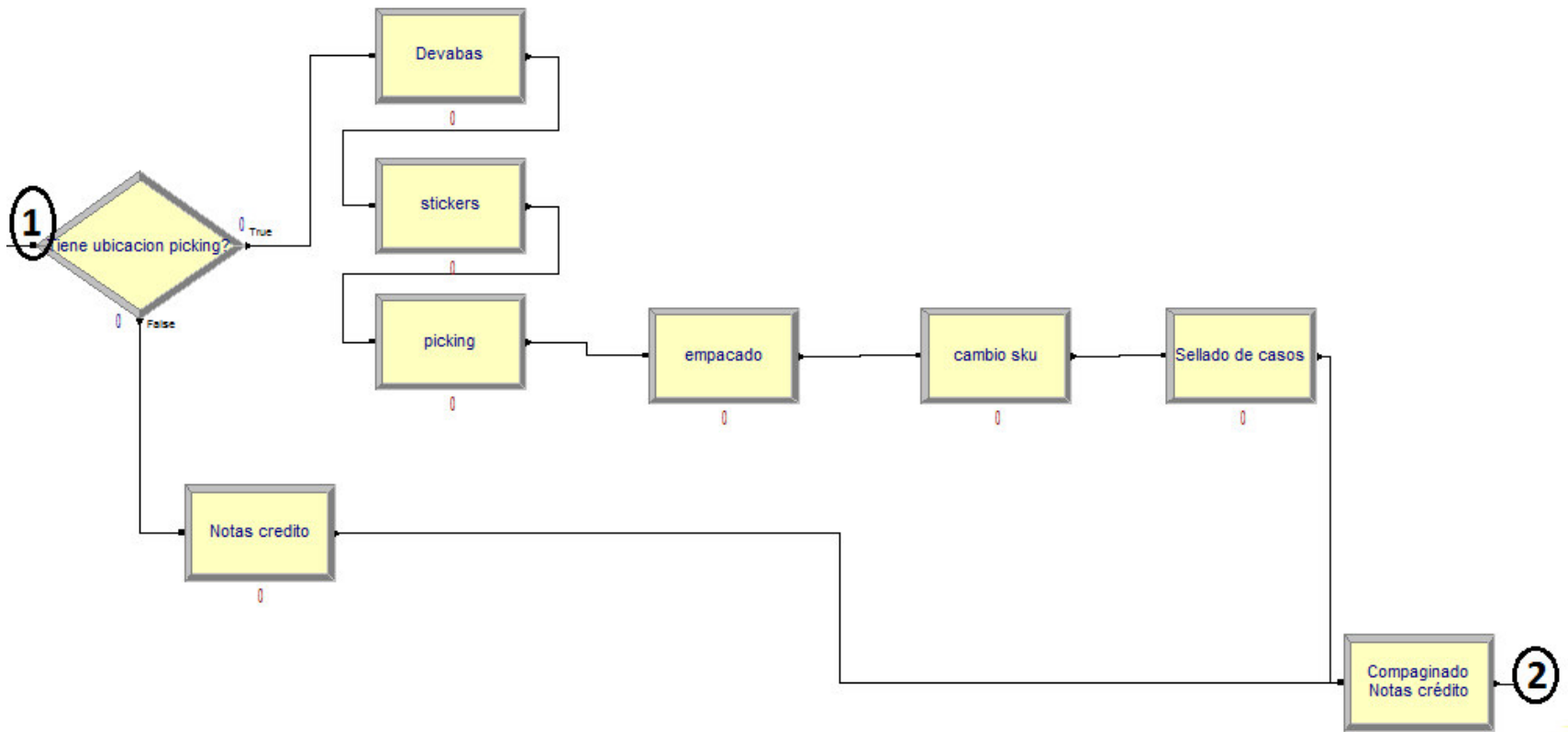
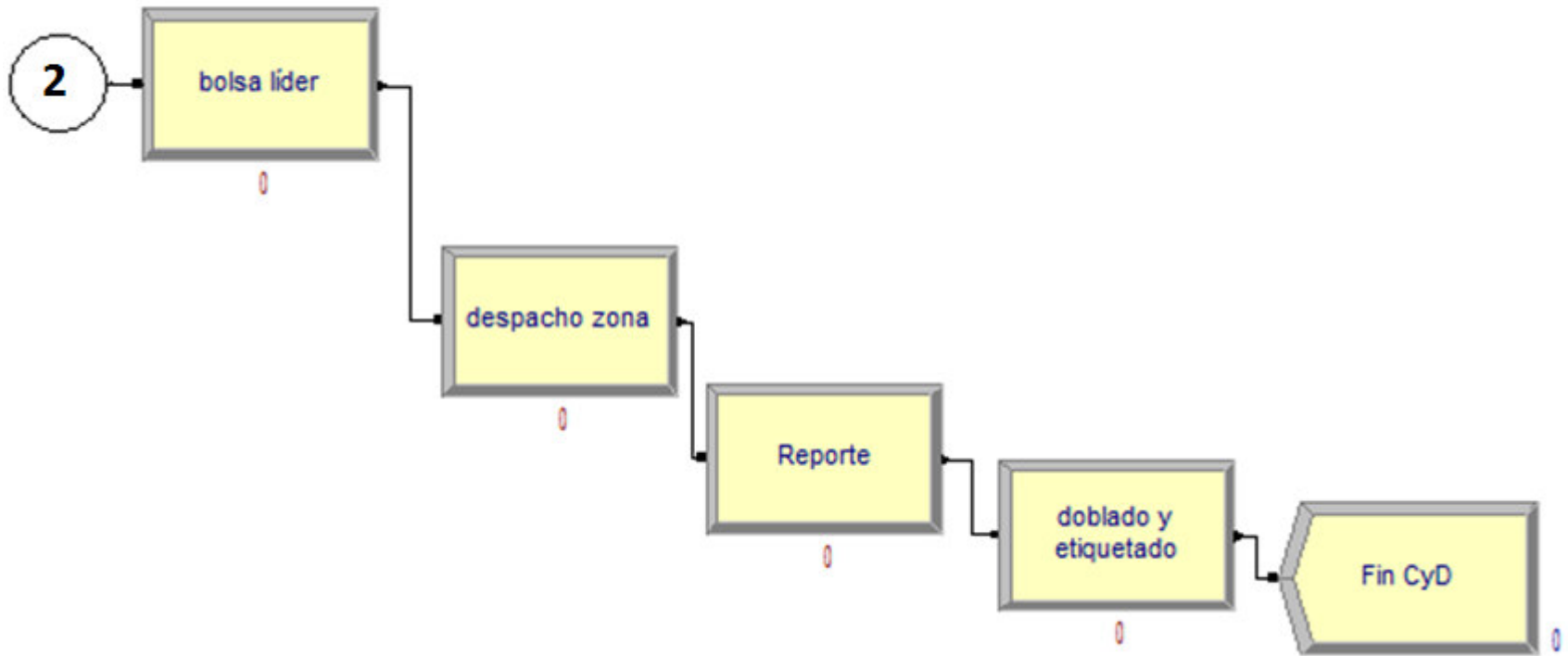


Gráfico 12: Modelado tercera sección



Contenido de los módulos:

**Gráfico 13:** Módulo Create

**Create**

Name: inicio CyD Entity Type: caso

Time Between Arrivals

Type: Expression Expression: 2 Units: Days

Entities per Arrival: NORM(48.9, 13.4) Max Arrivals: 80 First Creation: 0.0

OK Cancel Help

**Gráfico 14:** Módulo Assing

**Assign**

Name: Assign casos

Assignments:

- Attribute, tiempo calidad, unif(2,5,3)
- Attribute, tiempo ubicacion picking, unif(0,5,1)
- Attribute, tiempo stickers, unif(0,2,0,3)
- Attribute, tiempo empacado, unif(1,2)
- Attribute, tiempo sku, unif(0,5,1)
- Attribute, tiempo sellado, unif(0,2,0,3)
- Attribute, tiempo compaginado, unif(0,5,0,9)
- Attribute, tiempo envios lider, unif(0,1,0,3)

Add... Edit... Delete

OK Cancel Help

**Gráfico 15:** Módulo Process Control de Calidad

Process

Name: control de calidad Type: Standard

Logic

Action: Delay

Delay Type: Expression Units: Hours Allocation: Value Added

Expression: tiempo calidad

Report Statistics

OK Cancel Help

**Gráfico 16:** Módulo Decide

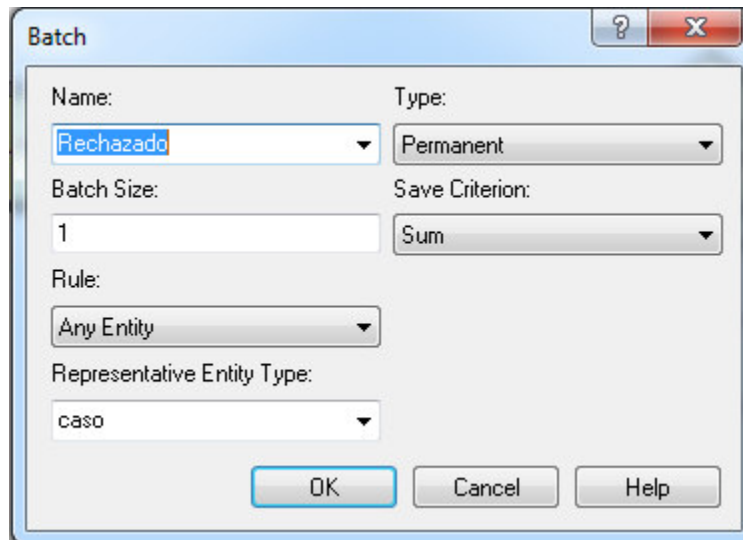
Decide

Name: prenda apta para procesar? Type: 2-way by Chance

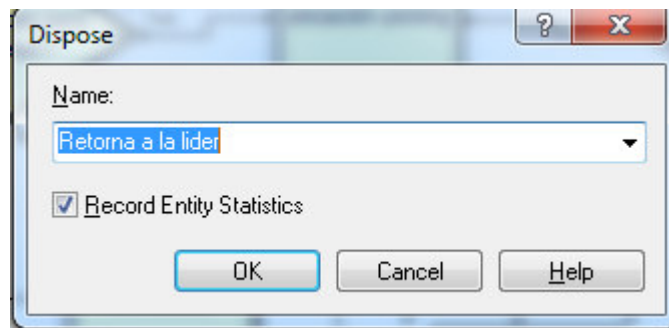
Percent True (0-100): 97 %

OK Cancel Help

**Gráfico 17:** Módulo Batch Rechazado



**Gráfico 18:** Módulo Dispose



**Gráfico 19:** Módulo Process Ubicación Picking

**Process**

Name:  Type:

Logic

Action:

---

Delay Type:  Units:  Allocation:

Expression:

Report Statistics

**Gráfico 20:** Módulo Decide

**Decide**

Name:  Type:

Percent True (0-100):  %



**Gráfico 21:** Módulo Process Notas Crédito

The screenshot shows a 'Process' dialog box with the following configuration:

- Name:** Notas credito
- Type:** Standard
- Logic:** (empty)
- Action:** Delay
- Delay Type:** Uniform
- Units:** Hours
- Allocation:** Value Added
- Minimum:** 0.5
- Maximum:** 1
- Report Statistics

Buttons: OK, Cancel, Help

**Gráfico 22:** Módulo Process Devabas

The screenshot shows a 'Process' dialog box with the following configuration:

- Name:** Devabas
- Type:** Standard
- Logic:** (empty)
- Action:** Delay
- Delay Type:** Uniform
- Units:** Hours
- Allocation:** Value Added
- Minimum:** 0.1
- Maximum:** 0.5
- Report Statistics

Buttons: OK, Cancel, Help

**Gráfico 23** Módulo Process Stickers

The screenshot shows a 'Process' dialog box with the following configuration:

- Name:** stickers
- Type:** Standard
- Logic:**
  - Action:** Delay
- Delay Type:** Expression
- Units:** Hours
- Allocation:** Value Added
- Expression:** tiempo stickers
- Report Statistics

Buttons: OK, Cancel, Help

**Gráfico 24:** Módulo Process Picking

The screenshot shows a 'Process' dialog box with the following configuration:

- Name:** picking
- Type:** Standard
- Logic:**
  - Action:** Delay
- Delay Type:** Uniform
- Units:** Hours
- Allocation:** Value Added
- Minimum:** .5
- Maximum:** 1
- Report Statistics

Buttons: OK, Cancel, Help

**Gráfico 25:** Módulo Process Empacado

The screenshot shows a 'Process' dialog box with the following configuration:

- Name:** empacado
- Type:** Standard
- Logic:**
  - Action:** Delay
- Delay Type:** Expression
- Units:** Hours
- Allocation:** Value Added
- Expression:** tiempo empacado
- Report Statistics

Buttons: OK, Cancel, Help

**Gráfico 26:** Módulo Process Cambio SKU

The screenshot shows a 'Process' dialog box with the following configuration:

- Name:** cambio sku
- Type:** Standard
- Logic:**
  - Action:** Delay
- Delay Type:** Expression
- Units:** Hours
- Allocation:** Value Added
- Expression:** tiempo sku
- Report Statistics

Buttons: OK, Cancel, Help

**Gráfico 27:** Módulo Process Sellado de Casos

The screenshot shows a 'Process' dialog box with the following configuration:

- Name:** Sellado de casos
- Type:** Standard
- Logic:** Action: Delay
- Delay Type:** Expression
- Units:** Hours
- Allocation:** Value Added
- Expression:** tiempo sellado
- Report Statistics

Buttons: OK, Cancel, Help

**Gráfico 28:** Módulo Process Compaginado Notas Crédito

The screenshot shows a 'Process' dialog box with the following configuration:

- Name:** Compaginado Notas crédito
- Type:** Standard
- Logic:** Action: Delay
- Delay Type:** Expression
- Units:** Hours
- Allocation:** Value Added
- Expression:** tiempo compaginado
- Report Statistics

Buttons: OK, Cancel, Help

**Gráfico 29:** Módulo Process Bolsa Líder

The screenshot shows a 'Process' dialog box with the following configuration:

- Name:** bolsa líder
- Type:** Standard
- Logic:** Delay
- Delay Type:** Expression
- Units:** Hours
- Allocation:** Value Added
- Expression:** tiempo envios lider
- Report Statistics

Buttons: OK, Cancel, Help

**Gráfico 30:** Módulo Process Despacho zona

The screenshot shows a 'Process' dialog box with the following configuration:

- Name:** despacho zona
- Type:** Standard
- Logic:** Delay
- Delay Type:** Constant
- Units:** Minutes
- Allocation:** Value Added
- Value:** 5
- Report Statistics

Buttons: OK, Cancel, Help

**Gráfico 31:** Módulo Process Reporte

The screenshot shows a 'Process' dialog box with the following configuration:

- Name:** Reporte
- Type:** Standard
- Logic:** (Empty)
- Action:** Delay
- Delay Type:** Expression
- Units:** Hours
- Allocation:** Value Added
- Expression:** tiempo reporte
- Report Statistics

Buttons: OK, Cancel, Help

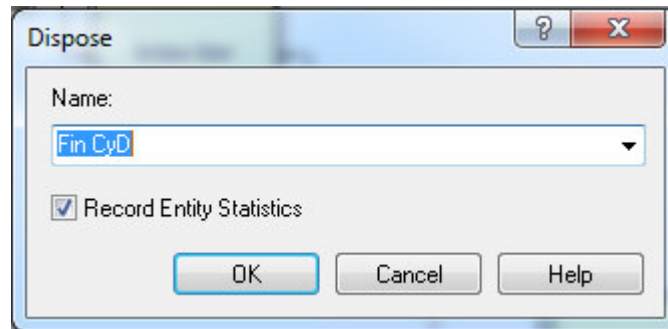
**Gráfico 32:** Módulo Process Doblado y etiquetado

The screenshot shows a 'Process' dialog box with the following configuration:

- Name:** doblado y etiquetado
- Type:** Standard
- Logic:** (Empty)
- Action:** Delay
- Delay Type:** Expression
- Units:** Hours
- Allocation:** Value Added
- Expression:** tiempo doblado
- Report Statistics

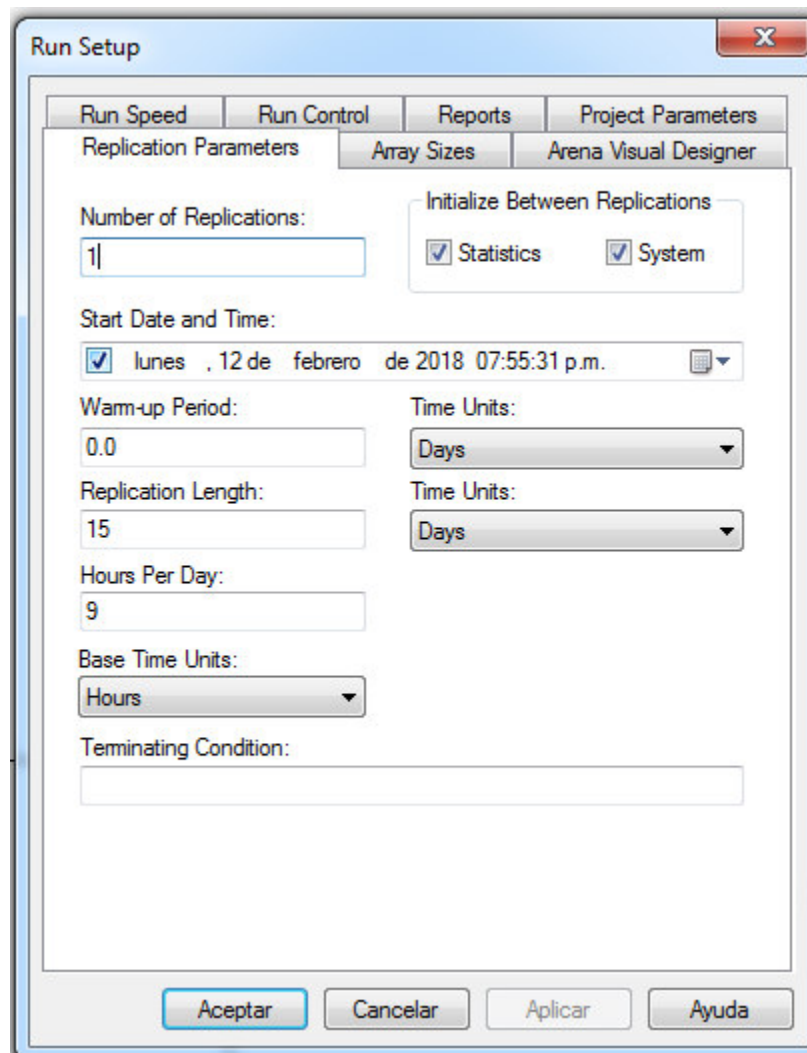
Buttons: OK, Cancel, Help

**Gráfico 33:** Módulo Dispose



Además de ajustar cada módulo también se ajustó el Run Setup en el cual se considera que la campaña dura 15 días y las horas trabajadas por día es de 9 horas diarias.

**Gráfico 34:** Run Setup



## CAPÍTULO 4: RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados del estudio en base a los objetivos planteados:

	ESCENARIO ACTUAL	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
Total casos procesados	358	360	343	304
Tiempo del proceso (horas por día)	9.80	9.02	9.12	8.98
Duración de la simulación (días)	15	15	14	13

Para obtener dichos resultados se hicieron las siguientes modificaciones al modelo actual ya descrito anteriormente.

### 4.1. Escenario 1:

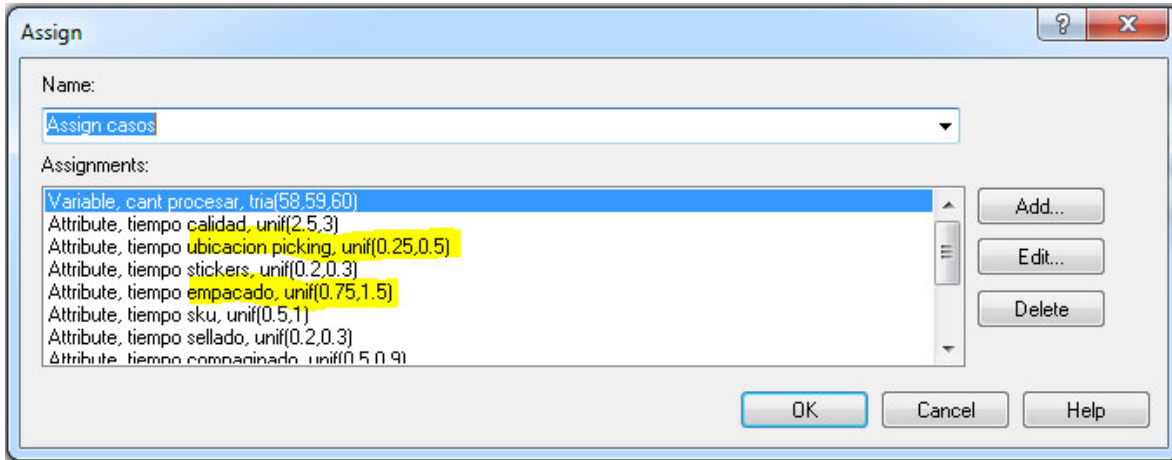
**Gráfico 35:** Módulo Process notas de crédito (escenario 1)

The image shows a 'Process' dialog box with the following configuration:

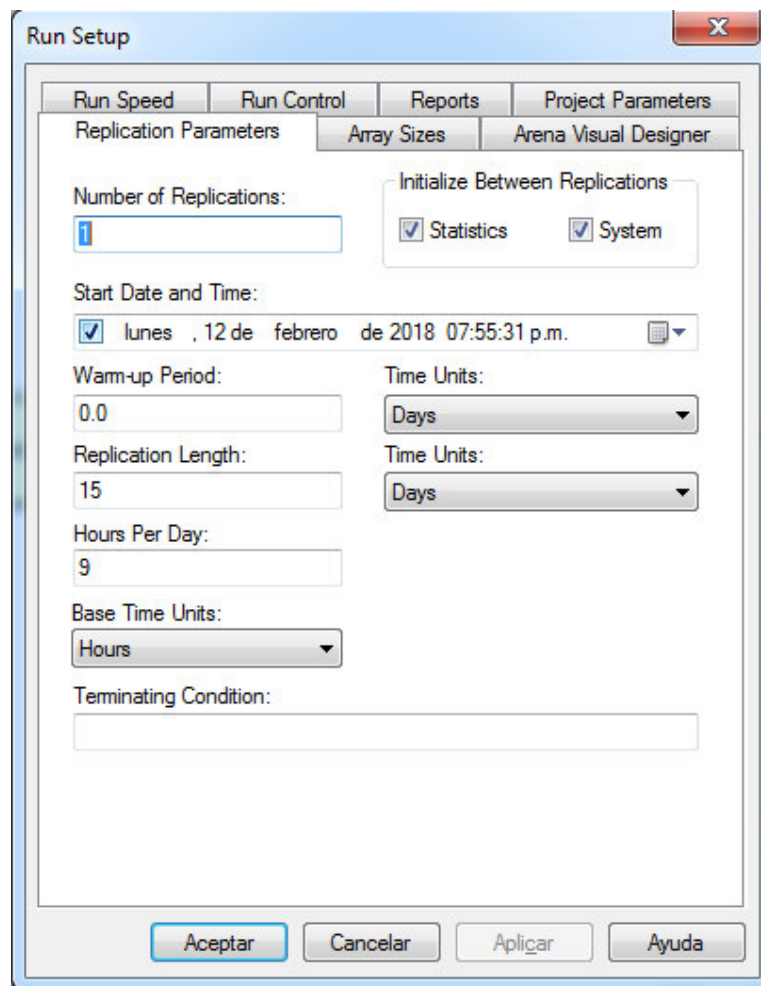
- Name: Notas credito
- Type: Standard
- Logic: (empty)
- Action: Delay
- Delay Type: Uniform
- Units: Hours
- Allocation: Value Added
- Minimum: 0.25
- Maximum: 0.5
- Report Statistics



**Gráfico 36:** Assign escenario 1



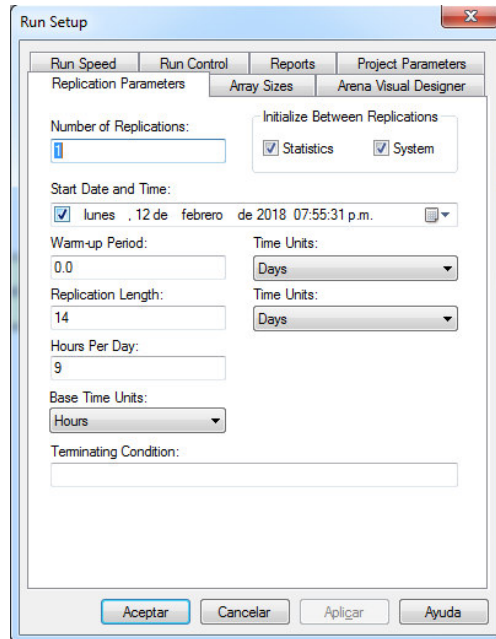
**Gráfico 37:** Run Setup escenario 1



## 4.2. Escenario 2:

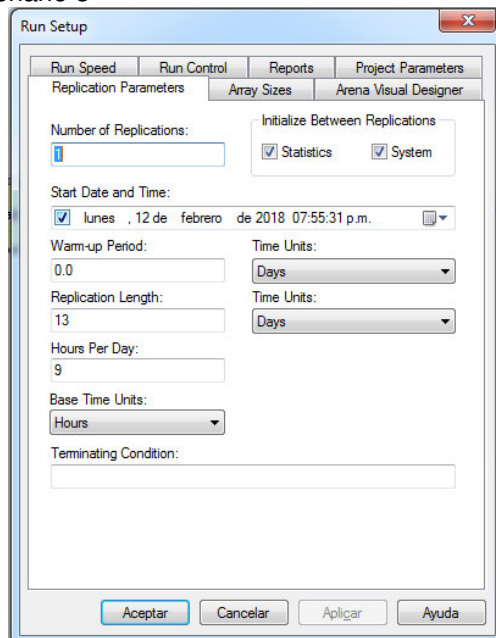
Las ventanas process y assing se mantienen iguales. La ventana Run Setup cambia de la siguiente manera.

**Gráfico 38:** Run Setup escenario 2



## 4.3. Escenario 3

**Gráfico 39:** Run Setup escenario 3



Para poder lograr reducir los tiempos en el escenario 1 se propone la compra de scanners, de tal manera que las auxiliares ya no deberán digitar las referencias de las prendas sino solo tendrán que escanear el EAN de cada prenda para poder hacer la devolución y para hacer la búsqueda de ubicaciones del picking de cada prenda a procesar.

Actualmente el área de cambios y devoluciones cuenta con un solo scanner, por lo tanto bastaría con adquirir dos scanners más, lo cual implicaría una inversión de aproximadamente S. / 300 .00 soles.

Para hallar las distribuciones de probabilidad que cambian para el escenario 1 se utilizó el scanner del área y se tomó el tiempo a las auxiliares en los procesos a reducir, luego se utilizó Input Analyzer para obtener la distribución de probabilidad asociada a estos eventos.

Comparando el cuadro de resultados vemos que no es factible reducir la duración de cada campaña de 15 días. Pero si se logra reducir el tiempo de procesamiento diario es decir al día no alcanzaban a cumplir con todo su procedimiento pero con los nuevos ajustes se logra completar a tiempo todo el proceso de cambio y devoluciones. Por lo tanto se logra una mejora para este proceso con una inversión no significativa.

## CONCLUSIONES

- Tal como se ha demostrado, el problema de mejorar el proceso de cambios y devoluciones se puede sistematizar representando y resolver utilizando modelos matemáticos de simulación, sustentando los resultados tanto técnica como científicamente.
- Los factores que afectan la eficiente mejora del proceso son factores relacionados básicamente a los feriados calendario pues ahí se reduce la cantidad de días laborables programados para la campaña, vemos que estos factores serían significativos pues no se ha logrado obtener días de holgura para este procedimiento.
- Tal como se presenta en la tabla 3. de resultados se puede mejorar el proceso reduciendo tiempos en algunos procesos manuales. Siendo este resultado más eficiente que el resultado que actualmente manejan las auxiliares del área.
- Se recomienda a la empresa considerar una simulación donde se puede incluir una auxiliar más para esta área de tal manera que pueda distribuir mejor el trabajo entre ellas. La evaluación debe considerar con todos los costos que corresponden a contratar un personal nuevo.

## REFERENCIAS

Maisel y G. Gnugnoli (1972) Simulation of discrete Stochastic Systems. Published by Science Research Associates

Banks J. (1998) Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications and Practice. John Wiley & Sons, Inc.

Cross R. (2003) Simulación un enfoque práctico. México. Editorial Limusa de C.V. Grupo Noriega Editores.

Fabregas A. & Wadnipar R. & Peternina C. & Mancilla A. (2003) Colombia. Ediciones Uninorte.

Guash A. & Peira M. & Casanovas J. & Figueras J. (2002) Modelado y Simulación Aplicación a modelos logísticos de fabricación y servicios. Ediciones UPC.

Himmelblau D. M. & Bischoff K. B. (2004) Análisis y simulación de procesos. Editorial Revete Barcelona.

Sucasaire P. H. (2016) Aplicación de simulación de sistemas con el software Arena para la mejora de la toma de decisiones en los servicios de ecografía de una clínica de Medical Images SAC en el distrito de Los Olivos en Lima Metropolitana. Tesis para optar por el grado de Licenciado en Investigación Operativa. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.