 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-27


# **Modelamiento y simulación de un método para mejorar el nivel de servicio en la atención a los clientes de un call center**

Mauricio Muriel Agudelo

Ingeniería de Sistemas de Información

Jeferson Eleazer Martinez Lozano

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO**  
**27 de julio de 2017**

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22


# RESUMEN

---


En la actualidad el negocio de call center ha venido creciendo exponencialmente hasta posicionarse como un importante canal de atención de las principales empresas del sector comercial gracias a su capacidad de atención a usuarios, disponibilidad y experticia en relacionamiento. Con este crecimiento, las empresas de call center han tenido que ir superando retos, entre ellos según (Coxon, 2010), el absentismo de personal es del 11% a nivel mundial, lo que quiere decir que por cada 100 agentes de contact center sólo se conectan 89, lo que representa un impacto en la percepción de calidad en los usuarios ya que no hay personal suficiente para atender la demanda de llamadas y los agentes que están conectados deben mejorar sus tiempos de atención a toda costa para garantizar el nivel de servicio que la empresa de call center pacta con sus clientes.

Este trabajo tiene como fin proponer un método a partir de una solución de software de Call Center que ayude a mejorar los tiempos de respuestas de las llamadas en colas que son atendidas por pocos agentes disponibles en el servicio atención al usuario.

El trabajo está estructurado en cuatro fases: La primera parte es una validación de la literatura existente entorno a los métodos utilizados en el procedimiento de recepción de una llamada entrante al call center. En la segunda parte se propone un método a partir de las características de los ya existentes para mejorar los tiempos de respuestas en la recepción de las llamadas entrantes a un call center. En la tercera se aplica el método propuesto utilizando una solución de software

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22


de call center que permita modelar y simular en escenario real. Y finalmente se analizan los resultados del modelo simulado con el fin de conocer si los tiempos de respuesta y la calidad del servicio con el número de agentes disponibles se mejoraron.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

# RECONOCIMIENTOS

---

Agradezco a mis padres las enseñanzas acerca del respeto y la disciplina, dos principios fundamentales para obtener resultados positivos en la consecución de objetivos en la vida, a ellos siempre estarán dedicados todos mis logros.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

# ACRÓNIMOS

---

**ACD** Automatic Call Distributer (Distribuidor automático de llamadas) – Un ACD se encarga de responder una llamada y ponerla en una cola de espera asociada a un grupo de agentes

**ACW** After Call Work (Después de la llamada) – Tareas realizadas por el agente después de las llamadas

**AHT** Average Handling Time (Tiempo medio de manipulación) – El tiempo promedio de la suma del tiempo de llamada y de ACW

**ASA** Average Speed of Answer (Tiempo promedio de velocidad de respuesta) – El tiempo promedio que espera un cliente para ser atendido

**ATT** Average Talk Time (Tiempo promedio de conversación) – El tiempo promedio que un agente habla con un cliente en llamada


**IVR** Interactive Voice Response (Respuesta de voz interactiva) – Respuesta de maquina contestadora con opción de enrutamiento de llamadas y almacenamiento de información.

**NOC** Network Operations Center (Centro de operaciones de RED) – Equipo responsable de manejar el sistema de redes de la empresa

**NS** Nivel de Servicio – Acuerdo de nivel de servicio para atención de llamadas internas


**ANS** Acuerdo de nivel de servicio – Acuerdo de nivel de servicio para atención de llamadas externas

**FST** Factor de servicio telefónico – Llamadas que son atendidas dentro del tiempo establecido


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....	
1.1.	Introducción.....	
1.2.	Justificación del presente proyecto.....	
1.3.	OBJETIVOS.....	
1.3.1.	General .....	
1.3.2.	Específicos.....	
1.4.	Organización del proyecto.....	
2.	MARCO TEÓRICO .....	
2.1.	¿Qué es un Call center? .....	
2.1.1.	Flujo de llamadas del Call Center .....	
2.1.2.	Características funcionales de un Call center .....	
2.1.3.	Ventajas y desventajas de un Call Center .....	
2.1.3.1.	<i>Ventajas</i> .....	
2.1.3.2.	<i>Desventajas</i> .....	
2.1.4.	¿Cuáles son los principales desafíos de un Call Center?.....	
2.1.4.1.	Abstención de agentes .....	
2.1.4.2.	Rotación .....	
2.1.4.3.	Falta de compromiso de los agentes .....	
2.1.4.4.	Estructuras planas .....	
2.1.4.5.	Obligación de reducir costos.....	
2.1.4.6.	Pobre solución en primer contacto.....	
2.1.4.7.	Imposibilidad de mejorar los niveles de servicio.....	
2.1.4.8.	Pobre integración .....	
2.1.4.9.	La proliferación de tecnologías de la comunicación .....	

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

2.1.4.10.	Pérdida de los clientes .....	
2.1.5.	Cuáles son los beneficios de un Call center en las organizaciones .....	
2.1.6.	Herramientas asociadas a una plataforma telefónica Voip en el Call Center: 20	
2.1.6.1.	PBX.....	
2.1.6.2.	TTS .....	
2.1.6.3.	IVR.....	
2.1.6.4.	Distribuciones de software para Call Center más comunes.....	
2.2.	Teoría de colas.....	
2.2.1.	Sistemas de Colas .....	
2.2.2.	Patrón de llegada de los clientes.....	
2.2.3.	Modelamiento Matemático.....	
1.	METODOLOGÍA .....	
1.1.	Desarrollo objetivo 1: Validación de tres métodos existentes para controlar el nivel de servicio en un call center .....	
1.2.	Desarrollo objetivo 2: Desarrollo de un método que permite mejorar el nivel de servicio en momentos de abstención de agentes en un call center .....	
1.3.	Desarrollo objetivo 3: Aplicación del método propuesto a través de modelamiento y simulación utilizando una solución de software existente.....	
1.4.	Desarrollo objetivo 4: Análisis de resultados y el desempeño del método aplicado para optimizar el nivel de servicio en momentos de abstención de agentes en un call center.....	
2.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	
3.	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO .....	
	REFERENCIAS .....	
	APÉNDICE .....	

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

## INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

### FIGURAS

Ilustración 1 Organización del proyecto, Creación propia del autor .....	13
Ilustración 3 Flujo de llamadas call center, Tomado de <a href="http://www.insnsb.gob.pe/">http://www.insnsb.gob.pe/</a> .....	16
Ilustración 4 Pbx, Fuente: 3cx .....	21
Ilustración 5 Proceso de atención a clientes call center.....	36
Ilustración 6 Operación Habitual Call Center .....	38
Ilustración 7 Resultados Operación Habitual Call Center.....	39
Ilustración 8 Operación Habitual Call Center con afectación .....	40
Ilustración 9 Resultados Operación Habitual Call Center con afectación .....	41
Ilustración 10 Diagrama Modelo Polivalencia .....	42
Ilustración 11 Incremento de asesores de la cola .....	43
Ilustración 12 Resultado modelo polivalencia .....	43
Ilustración 13 Diagrama modelo transferencia a ciegas.....	44
Ilustración 14 Validación clientes en cola.....	45
Ilustración 15 Resultado modelo transferencia a ciegas.....	45
Ilustración 16 Diagrama modelo ajuste en tiempo real .....	47
Ilustración 17 Resultados modelo ajuste en tiempo real .....	48
Ilustración 18 Validación nivel de servicio .....	49





	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

Ilustración 19 Diagrama método IVR Call Back.....	54
Ilustración 20 Parametros atención IVR.....	55

## TABLAS

Tabla 1 Distribuciones de software para Call Center - Creación propia del autor .....	22
Tabla 2 Kendall item A - tomado de (Srivastava, 2016) .....	25
Tabla 3 Kendall item B – Tomado de (Srivastava, 2016) .....	26
Tabla 4 Resultado simulación modelos .....	51
Tabla 5 Resultados Simulación método IVR Call Back.....	57
Tabla 6 Comparación Indicadores de los métodos .....	62
Tabla 7 Resultados IVR Call Back vs Polivalencia .....	64
Tabla 8 Resultados IVR Call Back vs Ajuste en tiempo real.....	64
Tabla 9 Resultados IVR Call Back vs Transferencia a ciegas .....	64

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

# 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

---

## 1.1. Introducción


En la actualidad los servicios prestados por un call center, se ven desbordados por el número de llamadas que deben ser atendidas por un número de agentes de servicio, puestas en cola en la recepción de llamadas. De acuerdo con cifras de (Coxon, 2010), dichos agentes presentan un abstencionismo del 11% a nivel mundial; lo que dificulta poder entregar un servicio de calidad al usuario final en tiempos de espera, incluso, genera la finalización de la llamada de forma automática si no existen agentes disponibles en un tiempo determinado.

Lo anterior representa pérdidas económicas y de fidelización de clientes que le permiten generar valor agregado a las organizaciones.

## 1.2. Justificación del presente proyecto

El presente proyecto espera poder aportar una estrategia de control para el indicador de cantidad de llamadas que se pueden atender en un call center antes de un tiempo determinado, permitiendo así poder atender la mayor cantidad de clientes posible en un momento de alto flujo de llamadas.

Además, pretende ser un referente de consulta literaria para que las empresas prestadoras de servicio de call center puedan remitirse al momento de buscar una estrategia que les permita encontrar una alternativa de control de nivel de servicio, ya que en la actualidad la literatura que hay referente al negocio de call center está en documentos en inglés y teniendo presente el auge

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

de este negocio en todo Latinoamérica podría resultar una fuente común de consulta para pequeñas empresas en búsqueda de soluciones rápidas a situaciones del día a día de sus operaciones.

Del mismo modo, la utilización óptima del recurso tecnológico con el que cuentan los call center puede abrir la puerta a nuevos desarrollos e ideas que sirvan para atender las necesidades del negocio, relacionadas con las situaciones de cambio que se presentan en el mismo, en procura de conservar una tasa de atención de llamadas apropiada y así mejorar la satisfacción del usuario debido a que es atendido oportunamente cuando llama.


### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. General**

Proponer un método optimización que ayude a mejorar la calidad en el nivel de atención a usuarios en un call center

#### **1.3.2. Específicos**

- Validar tres métodos existentes para controlar el nivel de servicio en un call center
- Proponer un método que permita mejorar el nivel de servicio en momentos de abstención de agentes en un call center o por desbordamiento de llamadas no contempladas en el pronóstico
- Aplicar el método propuesto a través de un modelamiento y simulación utilizando una solución de software existente


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

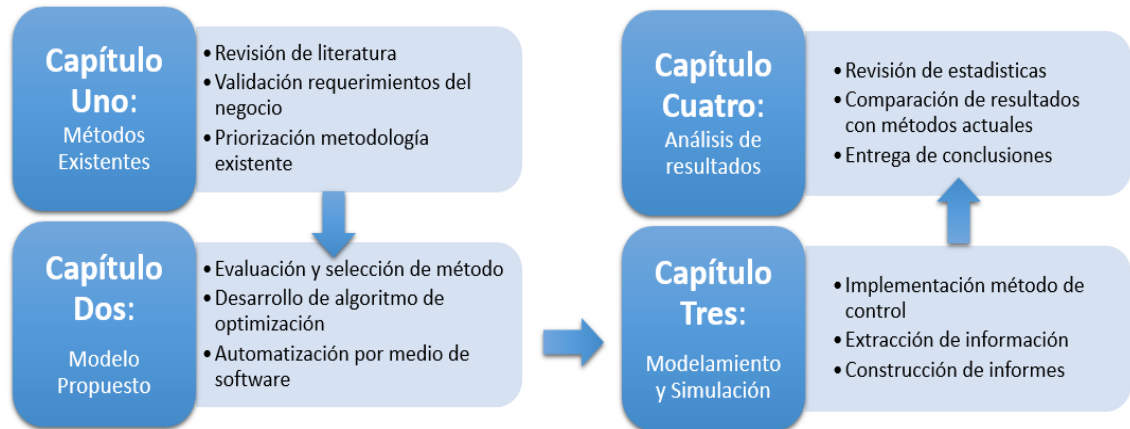
- Analizar los resultados y el desempeño del método aplicado para optimizar el nivel de servicio en momentos de abstención de agentes en un call center

#### 1.4. Organización del proyecto

Este proyecto se compone de cuatro capítulos los cuales se describen a continuación:

- El capítulo uno contiene los métodos existentes para controlar el nivel de servicio en un call center, extrayendo la documentación científica que existe al respecto, reseñando la validación de requerimientos para dicho control y categorizando las mejores prácticas en la materia para construir, a partir de éstas, soluciones que se adapten a los requerimientos del negocio.
- El capítulo dos entrega un método de mejora para el control del nivel de servicio en los momentos de abstención de agentes en un call center, el cual se define a través de un mecanismo de evaluación y priorización que posibilita el desarrollo de un algoritmo basado en métodos existentes de control de nivel de servicio
- El capítulo tres es la aplicación del método entregado a través del modelamiento y simulación realizados con ayuda de una herramienta de software diseñada para tal fin. La información referente a dicha simulación contiene datos e informes que son de importantes para la etapa de análisis del proyecto.
- El capítulo cuatro es el análisis de los resultados a partir de la aplicación del modelo y la comparación con los modelos existentes.

 <b>Institución Universitaria</b>	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22



*Ilustración 1 Organización del proyecto, Creación propia del autor*


## 2. MARCO TEÓRICO

---

### 2.1. ¿Qué es un Call center?

Un Call center es un instrumento que posibilita la comunicación entre usuarios de un servicio o producto con la empresa que lo suministra. Usualmente el call center puede brindar un solución transversal en todos los momentos en lo que deben relacionar el cliente con el proveedor, desde la venta, el cobro, soporte, facturación, entre otros.

De acuerdo a la publicación en la IEEE, (Duan Yunfeng, 2000) dice que el call center puede ser explicado en términos de llamada + información. Esto significa que la llamada por parte del usuario puede ser conectada a un centro de información.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

(Mehrotra, 1997) Define los call center como grupos cuya actividad principal es estar hablando por teléfono con los clientes o clientes prospectos.


### **Nivel de Servicio**

De acuerdo con (Nielsen, 2009) en los call center internos, la dirección superior suele establecer un NS (Nivel de servicio) para que el gerente de operaciones controle su operación. Para los call center tercerizados o externos se establece un ANS <sup>1</sup> en el contrato entre el call center y la empresa que toma el servicio. La forma común de los niveles de servicio obedece a un porcentaje de llamadas que deben ser contestadas dentro de un tiempo determinado, denominado tiempo de espera aceptable. La forma de describirlo, por ejemplo es 80/20, lo que significa que el 80% de las llamadas deben ser atendidas antes de 20 segundos. Los ANS varían mucho para los call center; 90/20, 85/15, 90/15, 80/20, entre otros.

Para (Clarke & College, 2007) El nivel de servicio que se ve más a menudo está relacionado con los tiempos de espera y se declara como el asegurarse que del X% de los llamantes esperen menos de T segundos para ser atendidos. Los valores típicos son X= 80 y T = 20. En este caso se puede definir el grado de servicio alcanzado como el porcentaje de clientes que en realidad esperan menos de T segundos.

---

<sup>1</sup> ANS: Acuerdo de nivel de servicio

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22


### **Proceso de planificación**

Según (Clarke & College, 2007) Una de las tareas más importantes en los call center es la planificación de los horarios de los agentes. Muchos agentes conducen a costos innecesarios y pocos agentes conducen a un deterioro del servicio.

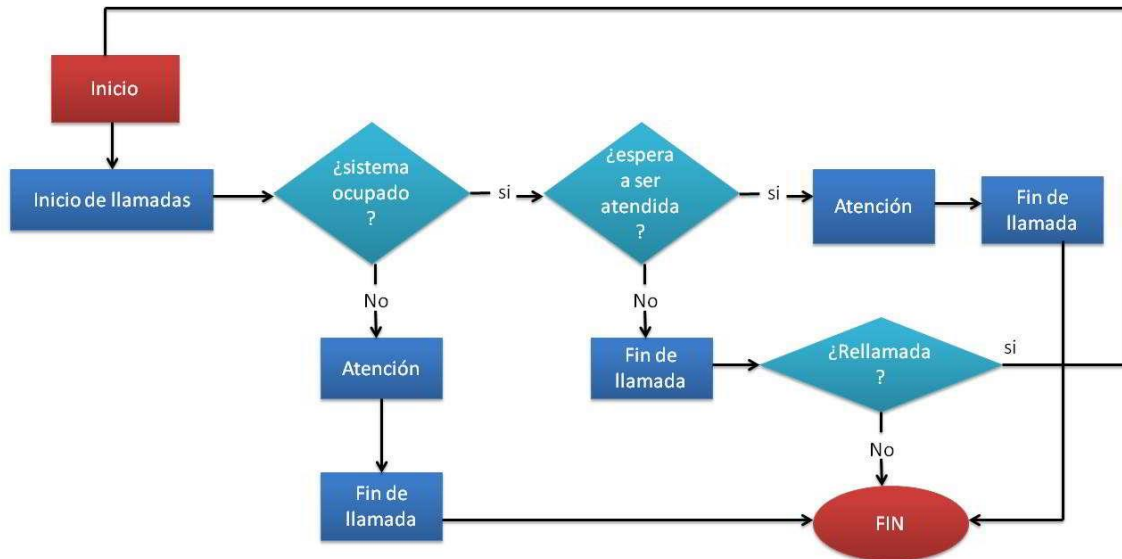
Con el fin de elaborar un horario de agentes, lo primero que debe tenerse presente es la velocidad con la que las llamadas llegan al call center y el tiempo promedio en que son atendidas. El tiempo medio de manejo o el tiempo de servicio no se define como el tiempo en el que el agente está al teléfono, sino como el tiempo que toma para hacer frente a una llamada, esto es el tiempo de conversación y el tiempo que tuvo que invertir después de la llamada para finalizar completamente la atención. Con base en estos indicadores se calculan los agentes necesarios para poder lograr el nivel de servicio esperado.

Por su parte (Nielsen, 2009) destaca como un aspecto fundamental el determinar la cantidad mínima de agentes que se requieren para satisfacer los niveles de servicio. Los costos y la falta de personal dan como resultado un servicio más pobre que el deseado. Esto quiere decir que la planificación del personal es un elemento clave en la gestión del call center en términos de costo eficiencia y buen resultado para los gerentes de operación.

La disciplina para obtener el número de agentes requeridos para un nivel de servicio dado es la más clásica dentro de la teoría de colas. Era pionera por Agner Krarup Erlang mientras trabajaba en la empresa Copenhagen Telephone la cual se encargaba de determinar el número de circuitos necesarios para garantizar el servicio telefónico deseado.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

### 2.1.1. Flujo de llamadas del Call Center




*Ilustración 2 Flujo de llamadas call center, Tomado de <http://www.insnsb.gob.pe/>*

### 2.1.2. Características funcionales de un Call center

(Duan Yunfeng, 2000) Destaca las siguientes características del call center que lo hacen interesante para el mercado:

- Los call center manejan varios tipos de llamadas, cada llamada distinta es redirigida a la cola de atención correspondiente.
- Las llamadas entrantes se reciben de manera aleatoria en cada cola de atención.
- En muchos call center se realizan llamadas de salida para generar campañas de marketing.



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

- A través del ACD (Distribución automáticas de llamadas) y del CTI (Integración computador teléfono) las llamadas pueden ser ruteadas a agentes, grupos y/o destinos gracias al enrutamiento lógico de esta tecnología.
- Los agentes pueden ser entrenados para manejar un tipo específico de llamadas, varios tipos de llamadas o todas las llamadas asignando prioridades de atención desde la plataforma.

### **2.1.3. Ventajas y desventajas de un Call Center**

De acuerdo con la publicación realizada por (Marrugo, 2015) se detallan las principales ventajas y desventajas de un call center:


“

#### **2.1.3.1. Ventajas**

- *Reducción y control de costos de operación de atención a clientes reales o potenciales.*
- *Reforzar la buena imagen corporativa de la empresa, al mejorar la atención personal.*
- *Detectar y satisfacer las necesidades de sus clientes reales y potenciales de productos o servicios que esté promoviendo, así como obtener ventajas ante su competencia.*
- *Mejor calidad de servicio, ofreciéndoles un punto de contacto sencillo y rápido para comunicarse con la empresa.*

#### **2.1.3.2. Desventajas**

- *No todos los servicios al cliente son susceptibles de ser automatizados.*
- *Necesidad de disponer de diferentes canales que satisfagan las necesidades de cada cliente.*

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

“

#### **2.1.4. ¿Cuáles son los principales desafíos de un Call Center?**

De acuerdo con (Coxon, 2010) los principales desafíos para los call center deben buscar la forma de optimizar la atención del servicio. Para esto enuncia un top diez de los principales problemas del call center:

##### **2.1.4.1. Abstención de agentes**

El promedio general de abstención anual al turno en un call center es del 11%


##### **2.1.4.2. Rotación**

La alta rotación de personal genera un impacto negativo en la calidad del call center, porque cada vez que sale de un agente capacitado, menos están a la mano para garantizar un nivel óptimo de servicio. Además de esto, hay grandes costos asociados con el reclutamiento, contratación, capacitación y desarrollo personal nuevo - por no mencionar los costes asociados a la caída en la productividad que es inevitable que los nuevos reclutas batalla para ponerse al día.

##### **2.1.4.3. Falta de compromiso de los agentes**

El trabajo de call center puede volverse monótono debido a la naturaleza del trabajo repetitivo, por otra parte también puede ser estresante debido a los objetivos aparentemente imposibles que algunas organizaciones imponen a su personal. En ambos casos los call center corren el riesgo de perder sus agentes generando absentismo y rotación.

##### **2.1.4.4. Estructuras planas**

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

Los mejores agentes no tienen la posibilidad de realizarse profesionalmente al interior de la compañía.

#### **2.1.4.5. Obligación de reducir costos**

Los call center se ven en la necesidad de reducir costos permanentemente a causa del alto valor del pago al personal

#### **2.1.4.6. Pobre solución en primer contacto**

La resolución en la primera llamada (FCR) es ampliamente considerado como la única faceta más importante para el logro de la satisfacción del cliente en el centro de llamadas. Sin embargo, ya que los clientes de hoy en día tienden a sonar con preguntas cada vez más complejas, no siempre es posible proporcionar una respuesta inmediata

#### **2.1.4.7. Imposibilidad de mejorar los niveles de servicio**


A menudo los call center tienen dificultades para mejorar los indicadores de nivel de servicio, llegando a lo sumo a estabilizarlos pero sin posibilidad de mejora. Esta situación imposibilita la expansión del servicio ya que los clientes pueden cuestionar la capacidad del tercero.

#### **2.1.4.8. Pobre integración**

Los call center manejan de forma simultánea muchos sistemas de información que deben ser conocidos por el agente. Esta situación afecta tiempos de atención.

#### **2.1.4.9. La proliferación de tecnologías de la comunicación**

La forma en que nos comunicamos ha cambiado enormemente en los últimos 20 años. Hoy en día, los consumidores no sólo tiene que utilizar el teléfono o el correo físico para transmitir

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

su mensaje; se hacen oír a través de correo electrónico, texto y canales de medios sociales infinitas como Facebook y Twitter.

#### **2.1.4.10. Pérdida de los clientes**

La pérdida de los clientes impacta muy fuerte la economía de los call center.

#### **2.1.5. Cuáles son los beneficios de un Call center en las organizaciones**


(nuxiba, 2014) Detalla los beneficios que un call center entrega a las organizaciones:

“

- *Rapidez y objetividad. Atender a un cliente a través del teléfono es más rápido que atenderlo físicamente; los tiempos de espera son menores y los empleados son más objetivos al solucionar y lidiar con problemas.*
- *Innovación. Proporcionar un servicio expedito y eficaz mejora la imagen de la empresa al darle un estatus de seriedad y compromiso.*
- *Calidad. Registrar llamadas por medio de aplicaciones para analizarlas periódicamente incrementa las oportunidades de la empresa para mejorar los aspectos que no satisfacen a los clientes.*
- *Disponibilidad. Contar con un servicio especializado para cada departamento durante toda la semana y los 365 días del año permite que la empresa sea contactada sin demoras y restricciones.*

“

#### **2.1.6. Herramientas asociadas a una plataforma telefónica Voip en el Call Center:**

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

### 2.1.6.1. PBX

según (3cx, 2016) “son las siglas en inglés de “Private Branch Exchange”, la cual es una red de telefónica privada que es utilizada dentro de una empresa. Los usuarios de la central telefónica PBX comparten un número definido de líneas telefónicas para poder realizar llamadas externas”

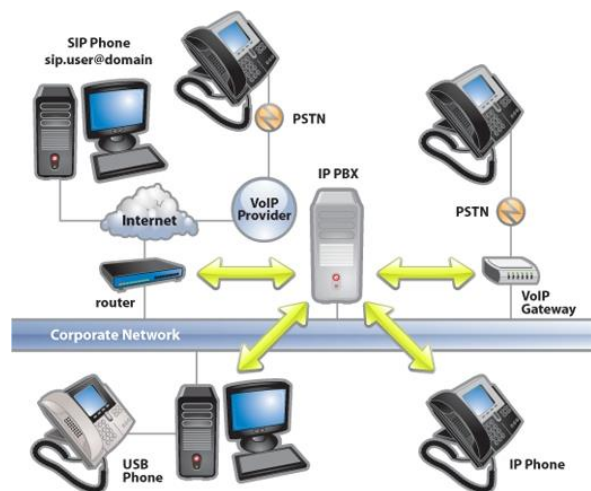



Ilustración 3 Pbx, Fuente: 3cx

### 2.1.6.2. TTS

Según (luxortec, 2016) “TTS refiere a Texto a Voz (por sus siglas en inglés, Text to Speech). Esta tecnología permite la conversión de un texto a una voz artificial o sintética.”

### 2.1.6.3. IVR


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

Para\_(softwarecallcenter, 2016) *“es la sigla para Interactive Voice Response, cuya traducción al español es Respuesta de Voz Interactiva, también conocido como VRU (Voice Response Unit). Es un sistema capaz de “interactuar” con la persona que realizó la llamada mediante una grabación de voz y reconociendo respuestas simples.”*

#### 2.1.6.4. Distribuciones de software para Call Center más comunes

Tabla 1 Distribuciones de software para Call Center - Creación propia del autor

Software	Tipo	Descripción
Elastix	Open Source	Software libre basado en una distribución de ubuntu, freePBX y Asterisk. Es un sistema que permite la parametrización de la centralita telefónica y la integración de adiciones como el módulo de call center para la administración de colas de trabajo, gestión de campañas entrantes y salientes y gestión en tiempo real de indicadores.
Fonality	Comercial	Anteriormente conocido como trixbox. En la actualidad es un compañía que brinda soluciones unificadas de telecomunicaciones, incluyendo un módulo de call center que entrega el manejo de colas de trabajo con monitoreo en vivo de indicadores y


	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

		gestión de prioridades de skill.
Yate	Open Source	Es un motor de telefonía que se centra en hacer la conexión de la PSTN y la centralita Voip. Puede ser utilizado como servidor Voip, cliente voip, gestor de conferencias, gestor de IVR, entre otros.
Cisco Ip Communicator	Comercial	Es un software para gestión de comunicaciones a través del servicio Voip. Permite conectividad con redes corporativas para la gestión de call center.
Avaya Interaction Center	Comercial	Solución comercial para gestión de comunicaciones unificadas (Chat, Video, Llamadas y redes sociales).

## **2.2. Teoría de colas**

### **2.2.1. Sistemas de Colas**

Para (Sabater, 2016) *“Un sistema de colas se puede describir como sigue. Un conjunto de “clientes” llega a un sistema buscando un servicio, esperan si este no es inmediato, y abandonan el sistema una vez han sido atendidos. En algunos casos se puede admitir que los clientes abandonan el sistema si se cansan de esperar.*

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

*El término “cliente” se usa con un sentido general y no implica que sea un ser humano, puede significar piezas esperando su turno para ser procesadas o una lista de trabajo esperando para imprimir en una impresora en red”*

Por su parte (Siqueiros, 2013) *“Existe un medio al que llegan clientes demandando cierto servicio. Luego, a consecuencia de que la demanda no puede ser satisfecha inmediatamente, se forma una cola (o línea de espera) de clientes en espera de ser atendidos por el o los servidores correspondientes. Los tiempos entre arribo de clientes consecutivos al sistema y los tiempos de servicio son aleatorios, y son representados por variables aleatorias con alguna distribución de probabilidad.*


*El término clientes general. Dependiendo del sistema a estudiar, los clientes pueden ser: llamadas telefónicas esperando ser procesadas por un conmutador, e-mails esperando entrar a un servidor, personas en un banco esperando ser atendidas, etc.”*

### **2.2.2. Patrón de llegada de los clientes**

De acuerdo con (Sabater, 2016) *“En situaciones de cola habituales, la llegada es estocástica, es decir la llegada depende de una cierta variable aleatoria, en este caso es necesario conocer la distribución probabilística entre dos llegadas de cliente sucesivas. Además habría que tener en cuenta si los clientes llegan independiente o simultáneamente. En este segundo caso (es decir, si llegan lotes) habría que definir la distribución probabilística de éstos. También es posible que los clientes sean “impacientes”. Es decir, que lleguen a la cola y si es demasiado larga se vayan, o que tras esperar mucho rato en la cola decidan abandonar.”*

(Siqueiros, 2013) Agrega *“El proceso de Poisson es un proceso estocástico a tiempo continuo que modela el número de veces que ocurre un evento específico a través del tiempo. Por ejemplo,*



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

los clientes que llegan a un supermercado, las llamadas que entran a un conmutador, las fallas registradas en un circuito eléctrico, entre otros.


*Una característica de este proceso es que los tiempos entre la ocurrencia de eventos consecutivos tiene una distribución exponencial.”*

El comportamiento de llegada de los clientes se denota con la expresión Kendall  $A / B / C / D / E / F$  donde A, B, C, D, E, F describen la cola. A continuación se describe cada ítem y la función que cumple en dicha expresión:

A: Es el tiempo de posible de llegadas de clientes a la cola. En la tabla 2 se relacionan los símbolos que se utilizan para señalar el tiempo de llegada de clientes, con base en un comportamiento de arribo que puede ser aleatorio o con alguna distribución estricta, de acuerdo a las características de la cola. En la descripción de cada código, se entrega el comportamiento de cada símbolo en el primer ítem de la expresión Kendall:

Tabla 2 Kendall ítem A - tomado de (Srivastava, 2016)

Symbol	Name	Description	Examples
M	Markovian or memoryless <sup>[6]</sup>	Poisson process (or random) arrival process.	M/M/1 queue
M <sup>X</sup>	batch Markov	Poisson process with a random variable X for the number of arrivals at one time.	M <sup>X</sup> /M <sup>Y</sup> /1 queue
MAP	Markovian arrival process	Generalisation of the Poisson process.	
BMAP	Batch Markovian arrival process	Generalisation of the MAP with multiple arrivals	
MMPP	Markov modulated poisson process	Poisson process where arrivals are in "clusters".	
D	Degenerate distribution	A deterministic or fixed inter-arrival time.	D/M/1 queue
E <sub>k</sub>	Erlang distribution	An Erlang distribution with k as the shape parameter.	
G	General distribution	Although G usually refers to independent arrivals, some authors prefer to use G/ to be explicit.	
PH	Phase-type distribution	Some of the above distributions are special cases of the phase-type, often used in place of a general distribution.	

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

B: Es el tiempo de servicio que toma el servidor para atender al cliente. Al igual que en el ítem “A”, se describe el patrón de tiempo de servicio con una simbología que representa el comportamiento del servidor en la atención:

Tabla 3 Kendall item B – Tomado de (Srivastava, 2016)

Symbol	Name	Description	Examples
M	Markovian or memoryless <sup>[6]</sup>	Exponential service time.	M/M/1 queue
M <sup>Y</sup>	bulk Markov	Exponential service time with a random variable Y for the number of arrivals at one time.	M <sup>X</sup> /M <sup>Y</sup> /1 queue
D	Degenerate distribution	A deterministic or fixed service time.	M/D/1 queue
E <sub>k</sub>	Erlang distribution	An Erlang distribution with k as the shape parameter.	
G	General distribution	Although G usually refers to independent service time, some authors prefer to use G/ to be explicit.	M/G/1 queue
PH	Phase-type distribution	Some of the above distributions are special cases of the phase-type, often used in place of a general distribution.	
MMPP	Markov modulated poisson process	Exponential service time distributions, where the rate parameter is controlled by a Markov chain. <sup>[7]</sup>	


C: Es un número entero positivo que representa la cantidad de servidores que se tienen para atender la cola.

D: Es el número de servicios que están en el sistema, tanto los que están siendo atendidos como los que están esperando en la cola.

E: Determina el número de clientes que pueden llegar a la cola. Este número usualmente puede ser tomado como infinito si se cuenta con un sistema que permite el acceso a cualquier persona.

F: Representa el modelo de espera que se tiene configurado. Los típicos son (FCFS – Firts come first served), (LCFS – Last come first served) y (SIRO – Servicio de orden aleatorio).

Un ejemplo simple para la el modelo de colas es M/M/1/α/α/FCFS/

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

### 2.2.3. Modelamiento Matemático

En los sistemas de colas resultan variables a resolver con el fin de cumplir con el objetivo de prestar un servicio eficiente a los clientes, cómodo y que no se vea saturado la infraestructura física o tecnológica, a causa del encolamiento de clientes en espera. A continuación vamos a referenciar desde (Srivastava, 2016) el modelo matemático para calcular dichas variables:

#### *Little Theorem*

Este es un interesante teorema, muy simple que considera 3 variables:

$$N = \lambda W$$

Donde

$N$  = El número promedio de clientes en el sistema


$\lambda$  = Tasa de llegada de clientes al sistema

$W$  = Es el tiempo promedio total en el sistema, mientras el cliente espera hasta que termina la atención de su servicio.

Esta son las ecuaciones que se utilizan en el modelo M/M/1/ $\alpha$ / $\alpha$ /

*Ecuación 1 Tiempo de espera por longitud del sistema – tomada de (Srivastava, 2016)*

$$1. N = \sum_{i=0}^{\alpha} ip^i(1-p) = \frac{p}{1-p}$$

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

$$2. W_q = W - \frac{1}{\mu} = \frac{p}{\mu(1-p)}$$

$$3. W = \frac{N}{\lambda} = \frac{1}{\mu(1-p)}$$

$$4. N_q = \lambda W_q = \frac{p^2}{(1-p)}$$

Acá N y Nq son el número de personas en el sistema y en cola respectivamente. También W y Wq son el tiempo de espera en el sistema y en cola respectivamente. La p hace alusión a las probabilidades y también se pueden dar como:

*Ecuación 2 Probabilidades tomado de (Srivastava, 2016)*


$$5. P_k = P_0 \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^k = P_0 \rho^k$$

$$6. P_0 = (1-p)$$

Donde P0 es la probabilidad de que no hayan personas en cola y Pk es la probabilidad de hayan k personas en el sistema.

## 1. METODOLOGÍA

---

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22


Para el desarrollo de este proyecto se utilizaron algoritmos de encolamiento basados en procesos estocásticos. Posterior a esta revisión se propuso un modelo para control de nivel de servicio y se compararon los resultados

### **1.1.Desarrollo objetivo 1: Validación de tres métodos existentes para controlar el nivel de servicio en un call center**

#### **1.1.1. Revisión en la literatura de tres métodos para controlar el nivel de servicio en los call center**

Actualmente los call center exploran diferentes alternativas para pronosticar la cantidad de llamadas que van a recibir a diario, teniendo presente las diferentes variables que son propias del negocio, por ejemplo: El comportamiento histórico de las llamadas que se recibieron en días iguales de fechas pasadas, novedades de orden público que puedan minimizar la cantidad de llamadas a recibir como puede suceder en días festivos, pautas publicitarias que pueden multiplicar la cantidad por el número de intentos de contacto en algunos intervalos del día, entre otros.

Los call center son la forma preferida y frecuente para que muchas empresas se comuniquen con sus clientes, es por esto que la industria se viene ampliando en términos de mano de obra y en el ámbito económico, según se menciona en (Ger Koole, 2001). Dicha situación, posibilita un alto impacto en la cantidad de personas que quieren utilizar este canal para comunicarse con las empresas que les proveen algún producto o servicio, poniéndolos incluso en apuros, cuando éstas no tienen la capacidad de recurso humano suficiente para atenderlos, en momentos donde el encolamiento de clientes en línea supera las expectativas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

Adicional al dimensionamiento de capital humano que hacen los call center, los empresarios de tienen un plan B en el que contemplan el manejo de las situaciones de encolamiento mencionadas anteriormente, que consiste en el manejo de los tiempos de programación del personal para que estas empleados puedan estar disponibles para atender a los clientes en momentos de alto flujo de llamadas. De esta manera buscan tener la flexibilidad para que sus clientes perciban una buena calidad en el servicio que reciben, logrando atenderlos en un tiempo prudente, evitando al máximo el abandono de llamadas.


A continuación se relacionan los principales métodos que se utilizan en la industria de call center para el control del nivel de servicio:

- **Método 1: Polivalencia**

(Nielsen, 2009) Señala que el método comúnmente utilizado en los call center para controlar el nivel de servicio es desbordar las llamadas entre diferentes agentes. El propósito de esto puede ser reducir el riesgo de tener llamadas esperando una cantidad de tiempo en cola, mientras que los servidores de otra cola están disponibles. Obviamente pueden existir restricciones para esta práctica debido a que los agentes disponibles pueden no estar entrenados para responder todo tipo de llamadas o simplemente el grupo de agentes disponibles tiene menos ocupación para darle prioridad en la atención a un grupo de clientes específico.

**Ventajas:**

- Se dispone de una mayor cantidad de personal para atender clientes en cola
- Optimización del recurso humano contratado ya que se puede controlar la ocupación del mismo

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22


- Aprovechamiento de la plataforma telefónica para asociar rápidamente agentes a otra cola de trabajo

**Desventajas:**

- Debe invertirse mayor tiempo de capacitación para el recurso humano con el fin de tener las habilidades para atender las colas a las que deba dar soporte
- Los asesores pueden no tener el mismo empoderamiento para dar solución al cliente, teniendo presente que su curva de aprendizaje es más lento respecto al de una persona que trabaja de manera habitual en esa cola.
- Si la cola que presta apoyo tiene una ocupación del 100%, el recurso humano de la misma no puede brindar respaldo al grupo que tiene encolamiento de llamadas.

La cantidad de personas que se comparten entre colas de trabajo, se determina por el nivel de disponibilidad de personas que se tenga en la línea que presta apoyo, sin descuidar el cumplimiento en la calidad de su propio nivel de atención de clientes. Habitualmente se controla por parte del jefe del equipo de trabajo las personas que puede destinar para prestar dicho apoyo, vigilando siempre la alternativa de tener que devolverlos, lo anterior teniendo presente que su cola de trabajo también tuvo un dimensionamiento previo, ajustado a la cantidad de llamadas que esperaba recibir y cualquier modificación a la capacidad de atención de su equipo también puede afectar su nivel de servicio. Este control se hace estrictamente bajo vigilancia y experticia de la persona que está al frente del equipo, utilizando las herramientas de monitoreo en tiempo real de indicadores de la plataforma telefónica.

Este método de control se recomienda en los call center donde se tienen equipo de personas que se dedican a realizar llamadas de salida, en campañas donde sus indicadores claves de

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

desempeño no dependan del tiempo exacto en el que se debe contactar a un cliente. Lo anterior elimina la posibilidad de afectar los indicadores de otro equipo de trabajo por apoyar la contingencia que se dispara por el encolamiento de llamadas.

- **Método 2: Transferencia a ciegas**

(Nielsen, 2009) Señala un método adicional en el que el desbordamiento se hace al otro grupo de agentes, después de que el cliente lleva determinado tiempo esperando en cola, lo anterior sin validar si en ese momento se encuentran agentes o no disponibles para atenderlo, lo cual puede ocasionar que también ingrese a una cola de espera en el segundo grupo de atención de agentes.


#### **Ventajas**

- Evita el control humano para determinar si se debe o no enviar una llamada a otra cola de agentes
- La acción se ejecuta en un tiempo exacto que se parametriza de acuerdo al nivel de servicio que se tenga configurado para la cola.
- Se puede actualizar la parametrizar en la plataforma cuantas veces sea necesario

#### **Desventajas**

- La cola de destino puede estar con ocupación del 100% y la llamada que ingresa puede llegar a estar en espera nuevamente.
- El total de recurso humano de la cola de destino debe estar entrenado para poder contestar la llamada y darle solución.
- El desvío automático de llamadas a otra cola puede inadvertir al jefe de la operación acerca de la situación de desbordamiento de llamadas por la que está atravesando.



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22


Sin duda alguna, éste método genera un aprovechamiento al máximo de los recursos tecnológicos que nos entrega la plataforma de telefonía, automatizando una tarea que usualmente es realizada por una persona que puede descuidar esta labor específica a causa de sus múltiples ocupaciones en la operación de call center.

Partiendo de que un desbordamiento de llamadas es una situación que no fue prevista en el dimensionamiento del recurso humano a programar, se considera que las acciones que realiza la plataforma en este método se ajustan de buena manera a un plan de contingencia para optimizar los recursos y buscar la atención oportuna del cliente, sin embargo debe considerarse que las desventajas del método también pueden afectar desfavorablemente ya que una llamada podría estar en espera más tiempo del promedio, teniendo presente que podría llegar a encolarse en el otro equipo de trabajo.

Al igual que el método anterior, este método es recomendado para operaciones que cuenten con un equipo de trabajo que realice llamadas de salida y que pueda ocuparse de manera simultánea en el desbordamiento de este tipo de llamadas.

- **Método 3: Ajuste en tiempo real**

Por su parte (Pot, 2006) define el control como ajustes que se ejecutan en tiempo real en un corto periodo y activado por factores externos no posibles de planificar. El método tiene el potencial de mejorar los niveles de servicio y reducir los costos de personal. El control implica tomar decisiones operacionales, tácticas y estratégicas. Por ejemplo en el plano operacional, se habla de la reestructuración de agentes cuando el nivel de servicio es alto o bajo. Una típica decisión táctica implica la adquisición de nuevos agentes y la determinación de sus contratos. La formación de agentes actuales para nuevas habilidades se encuentra entre las decisiones tácticas u

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

operativas. Relacionado con este tema se señala el enrutamiento de llamadas a los agentes entrenados, adicional se toman medidas en tiempo real para mejorar los indicadores extendiendo o reduciendo los turnos programados a los agentes así mismo postergando o adelantando su tiempo de descanso según corresponda.

### **Ventajas**


- La empresa prestadora de servicio de contacta center es costo eficiente ajustándose al dinamismo del negocio.
- Garantiza una ocupación adecuada del recurso humano, es decir que van a estar lo suficientemente ocupados desempeñando su labor.
- Cumple de forma muy eficiente con el indicador de nivel de servicio.

### **Desventajas**

- Alta rotación en los equipo de trabajo.
- Mayor costo en el entrenamiento del recurso humano.
- Jornadas extenuantes para el recurso humano.
- Cambios en hábitos alimenticios para el personal.

En la actualidad éste método de control es uno de los más utilizados por los empresarios de call center, debido a que el ser costo eficiente es uno de los principales objetivos y es la manera más segura de generar ganancias para sus accionistas y así mismo lograr el rápido crecimiento del negocio.

Este tipo de modelo es aconsejable para cualquier operación de call center ya que no afecta la oportunidad de respuesta que percibe el cliente que se comunica, sin embargo debe evaluarse el

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22


impacto de la rotación de personal y la calidad de atención ya que por lo general el personal que se incorpora nuevo al call center debe superar una curva de aprendizaje.

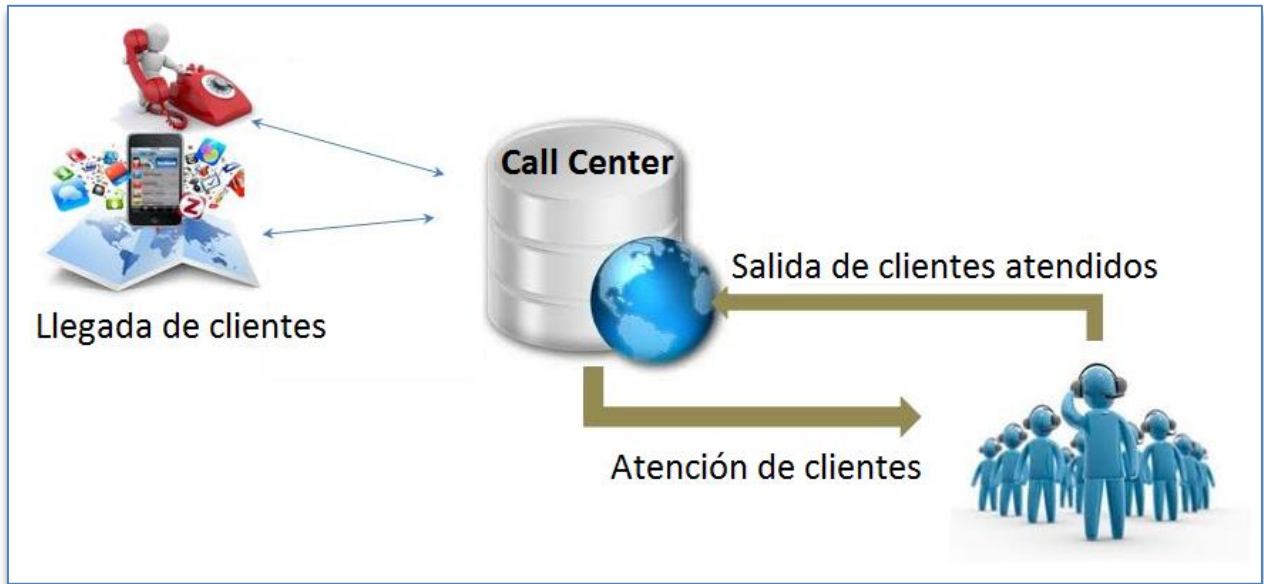
**1.1.2.** Validación de los requerimientos del modelo de negocio en donde se puede implementar la solución.

Los requerimientos de negocio para los modelos de control de nivel de servicio que se simularon en este trabajo, se hicieron en igualdad de condiciones, esto con el fin de poder cuantificar los resultados y garantizar que fueran comparables. De esta manera se logró determinar la eficiencia de los métodos y elegir el que más se adaptaba a las condiciones de nivel de servicio que la empresa de call center quiere tener de cara a la atención de sus clientes. A continuación se detallan los valores fijos asignados a las variables de la simulación:

- Colas de trabajo: 1
- Asesores o agentes de servicio de cola de trabajo: 5
- Horario de atención a clientes: 07:30 am a 05:30 pm (10 horas) con 1,5 horas de descanso
- Razón de llegada de clientes Pronosticados: Un cliente cada 0,85 minutos
- Razón de llegada de clientes no pronosticados (afectación): 10 clientes cada hora
- Cantidad de clientes en cola para que uno de ellos abandone el proceso: 5
- Tiempos promedio de atención conocidos en segundos: (Máximo: 290, Mínimo: 200, Moda: 240)

En la ilustración 5 se relaciona el proceso de atención a clientes del call center al que se le aplicaran requerimientos de negocio.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22




*Ilustración 4 Proceso de atención a clientes call center*

En la tabla que se relaciona a continuación se detallan los recursos que deben utilizarse para cada una de las condiciones de operación de call center, tanto en situaciones de operación normal, así como en las que son intervenidas por un método de control de nivel de servicio. A partir de la destinación de estos recursos y los resultados que entregue la simulación de cada uno de ellos se determinaron los mejores aspectos para el diseño de un nuevo método que satisficiera las condiciones de nivel de atención a clientes que espera la compañía.

*Tabla 4 Recursos para situaciones de operación*

Recursos	Situación de operación de call center			
	Operación Normal	Polivalencia	Ajuste tiempo Real	Tranferencia a ciegas
Intervención Humana	SI	SI	SI	SI
Contratación nuevos asesores	NO	NO	SI	NO
Apoyo de otros equipos de trabajo	NO	SI	NO	SI
Desarrollo tecnológico	NO	NO	NO	NO
Ejecución de método de forma automática sin intervención humana	NO	NO	NO	NO
Incremento de carga laboral para los asesores	SI	SI	SI	NO

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

Es muy aventurado lanzar juicios o resaltar solamente con los recursos que debe utilizar cada método con el fin de garantizar un buen indicador en la prestación de servicio. Por tal motivo en los capítulos siguientes se realiza la caracterización de todas las situaciones de operación y métodos de control de call center para poder tomar una decisión respecto al diseño de un nuevo método que permita optimizar recursos y mejorar el indicador de nivel de servicio.

### **1.1.3. Caracterización de métodos existentes asociados a controlar el nivel de servicios**


A continuación se realiza la caracterización de los tres métodos de control de nivel de servicio encontrados en la literatura, para poder comprender su funcionamiento y los resultados que entrega cada uno luego de ser ejecutado. Adicional se incluye al inicio el comportamiento de la operación de call center en situación normal y con afectación, ambos sin control del indicador.

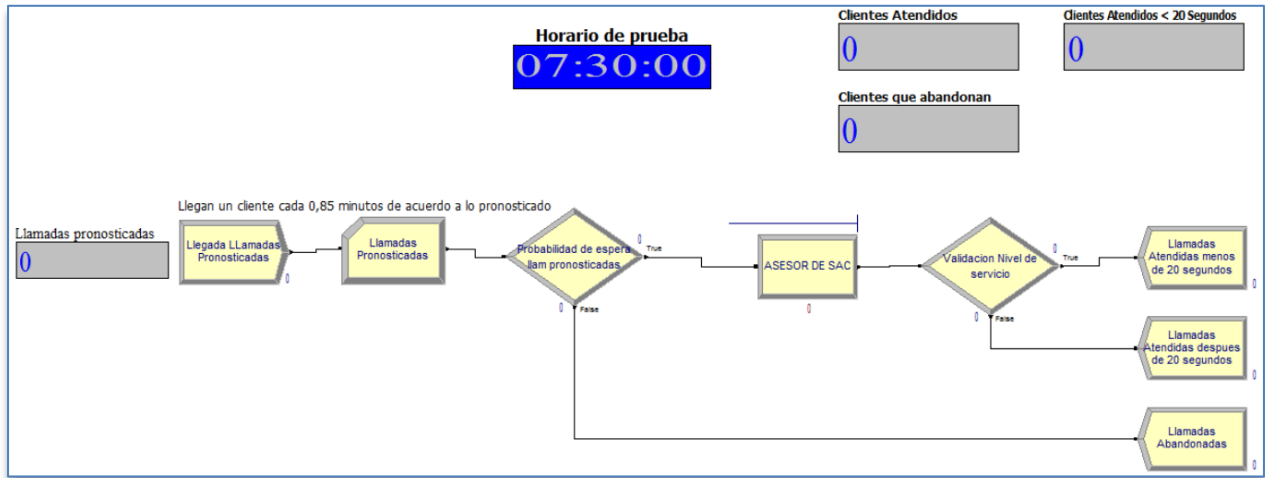
Con el fin de ilustrar la operación de call center, se ejecutó una simulación en la distribución de software llamado ‘Arena’, el cual fue elegido gracias a que combina la facilidad del uso del software de simulación de alto nivel con la flexibilidad de los lenguajes de simulación. Además, tiene los requerimientos más flexibles en cuanto a las características de la maquina en la cual va a ser ejecutado y puede ser descargado en una versión libre que entrega los recursos suficientes para realizar el diagrama y la ejecución de los métodos de este trabajo.

#### **Situación normal de operación**

A partir de la creación de un diagrama de procesos y la parametrización de condiciones de la operación, se lograron obtener los resultados de la operación luego de una jornada de trabajo.

Diagrama de proceso:


	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

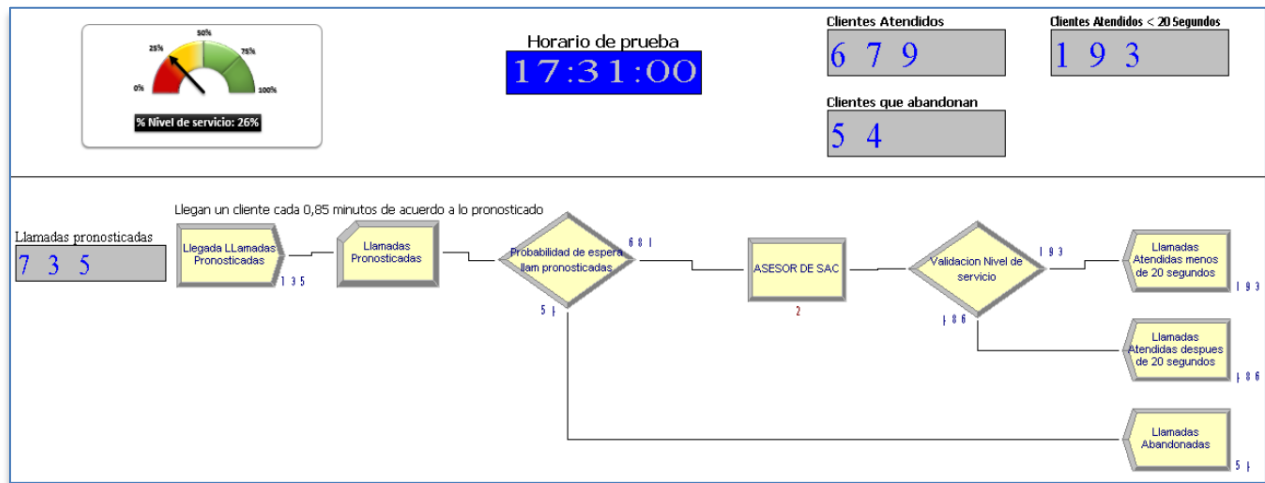


*Ilustración 5 Operación Habitual Call Center*

En este diagrama se muestra el comportamiento normal de una operación de call center, donde se tiene un inicio del proceso con la llegada de clientes con una tasa de un cliente por 0.85 minutos, tal y como se ejecuta en todas las simulaciones de este trabajo de acuerdo a los lineamientos establecidos en la validación de requerimientos de modelo de negocio. Luego de la llegada de los clientes y su registro en base de datos, se ejecuta la condición que determina si el cliente permanecerá en espera o abandonará el proceso de atención. Finalmente ingresa a la cola de atención que en el diagrama de identifica como “ASESOR DE SAC” y luego de salir del proceso de atención se cuantifica en los clientes que se atendieron antes o después de 20 segundos. Lo anterior con el fin de tener un insumo para la medición del nivel de servicio.

Resultado de simulación:

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



*Ilustración 6 Resultados Operación Habitual Call Center*

Dadas las condiciones del modelo de negocio se obtiene un nivel de servicio del 26% donde se destaca una eficacia en la atención del 92%; sin embargo, de los 679 clientes que se atendieron sólo 193 fueron atendidos antes de 20 segundos. En total se presentaron 54 abandonos, lo cual representa un 7% respecto a la cantidad de clientes que llegaron al sistema.

### **Situación normal de operación con afectación**

Es normal que el sistema de atención a clientes se ponga a prueba justo cuando incrementan llamadas que no están pronosticadas. Según nuestro modelo de negocio, debemos tener en cuenta una cantidad de llamadas de clientes no pronosticadas que llegan a una tasa de diez clientes por hora.


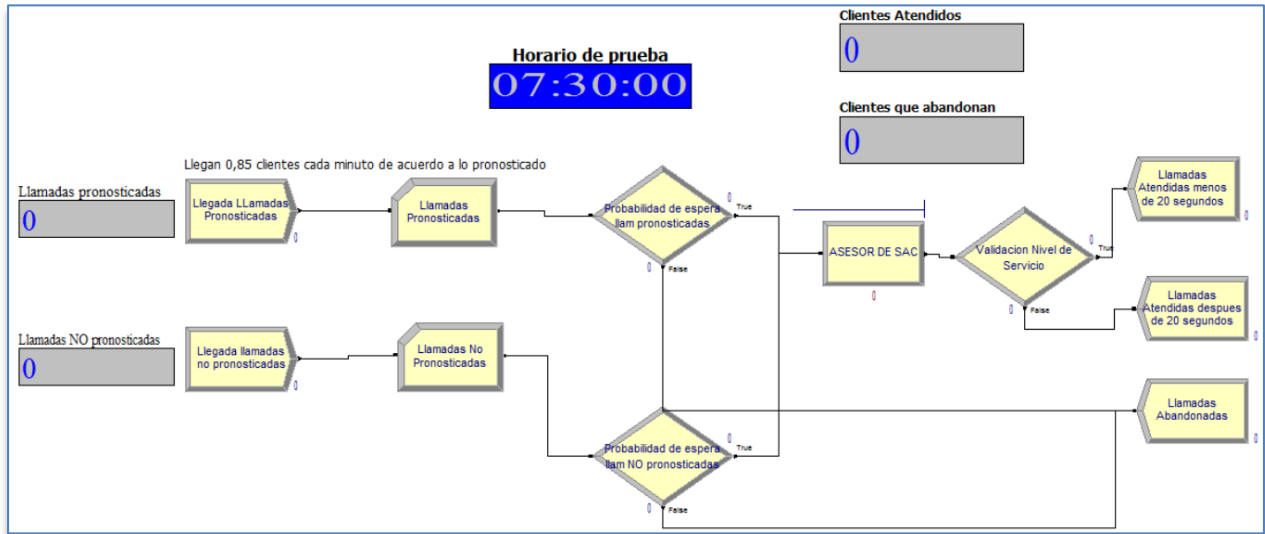
 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22


Diagrama de proceso:



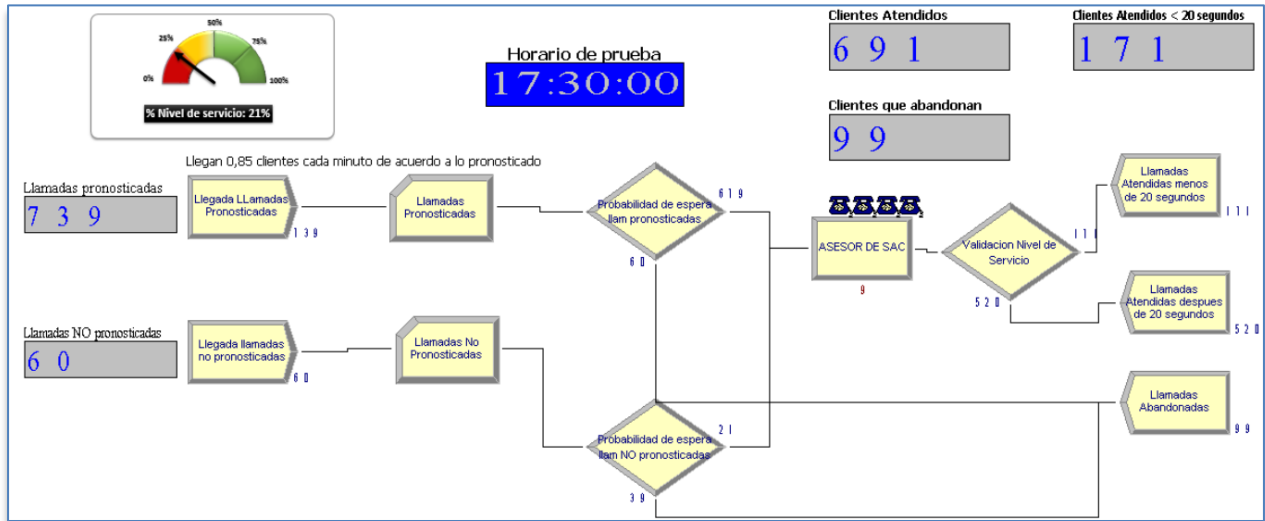
*Ilustración 7 Operación Habitual Call Center con afectación*

A diferencia del modelo anterior, en este diagrama podemos observar en la parte inferior la incorporación de un nuevo módulo donde ingresan las llamadas que no se pronosticaron en la operación y que finalmente, luego de la validación de condiciones de abandono, pasa a ser atendido por la cola de trabajo de “ASESOR SAC”. Esta situación simula un comportamiento no pronosticado donde hay una carga extra de trabajo que debe ser asumida por el mismo grupo de trabajo.




 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

Resultado de simulación:



*Ilustración 8 Resultados Operación Habitual Call Center con afectación*

Con base en este incremento no esperado de interacciones, se tuvo una afectación de cinco puntos porcentuales en el indicador de nivel de servicio, cerrando en 21% al finalizar la jornada laboral siendo las 17:30. La afectación deja un incremento del 83% en la cantidad de interacciones donde el cliente finalmente cuelga la llamada, lo cual representa un total de 45 interacciones. Adicional a esto se pasa de una eficacia del 92% del modelo sin afectación a un 86%, lo que quiere decir que de cada 100 clientes que se comunicación se lograron atender sólo 86 de ellos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

## Modelo polivalencia

Diagrama del proceso:

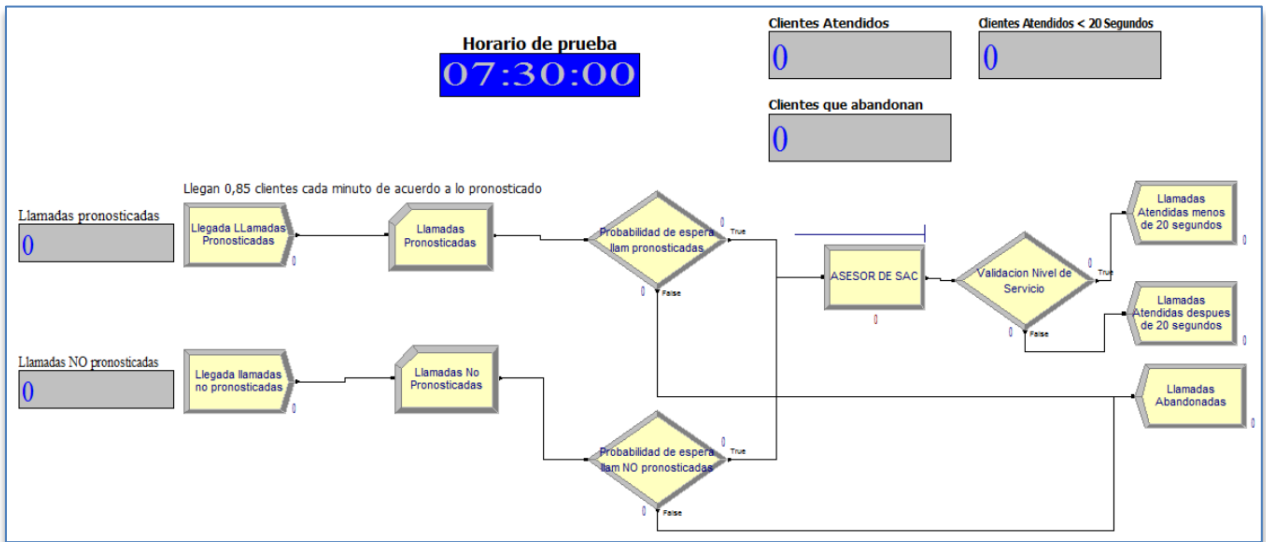



Ilustración 9 Diagrama Modelo Polivalencia

Este modelo tiene una estructura similar al visto en la ilustración 9 donde se evidenciaba el incremento en las interacciones por la incorporación de llamadas que no se habían pronosticado. Para este caso particular se considera la incorporación en el diagrama de simulación de 1,5 personas adicionales en la cola de trabajo llamada “ASESOR DE SAC”. Lo anterior teniendo presente que se considera el apoyo exclusivo de agentes o asesores polivalentes para la cola que presenta afectación del nivel de servicio.

En ‘arena’ se puede simular esta situación incrementando el parámetro de capacidad que tiene los 5 asesores de atención de la cola ASESOR DE SAC en 1,5; es decir, quedaría en 6,5 tal y como se muestra en la ilustración 10.

 <b>Institución Universitaria</b>	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Process

Name: **ASESOR DE SAC** Type: Standard

Logic

Action: Seize Delay Release Priority: High(1)

Resources: Resource: **ASESOR\_1** <End of list>

Delay Type: Triangular Units: Seconds Allocation: Value Added

Minimum: 200 Value (Most Likely): 240 Maximum: 290

Report Statistics

OK Cancel Help

Resource - Basic Process			
	Name	Type	Capacity
1	<b>ASESOR</b>	Fixed Capacity	6.5

Ilustración 10 Incremento de asesores de la cola

Resultado de simulación:

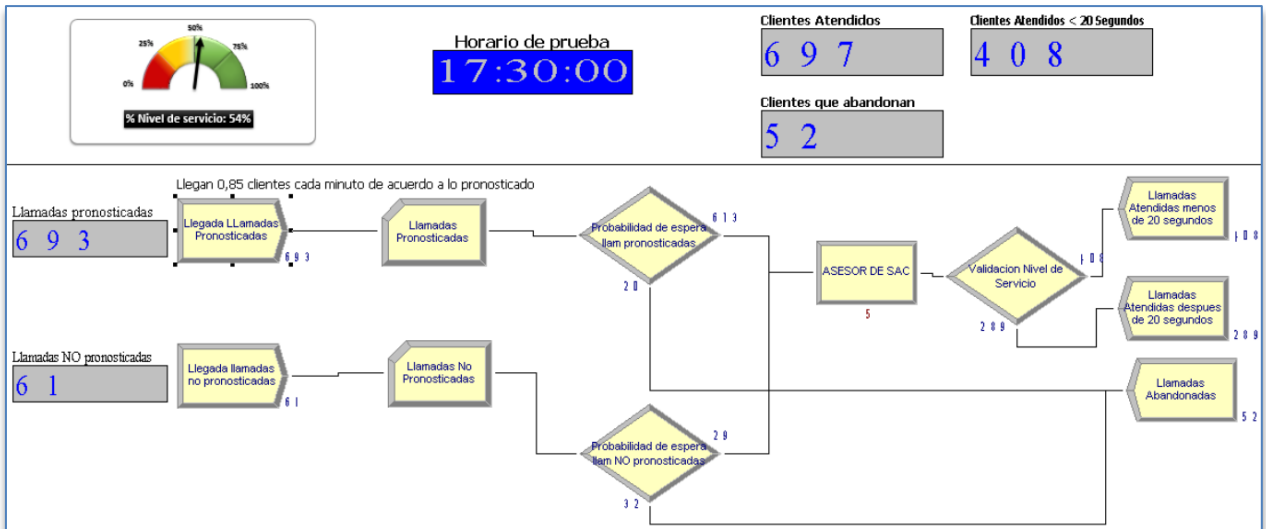



Ilustración 11 Resultado modelo polivalencia

Luego de simular éste modelo encontramos una mejora muy significativa en el indicador de nivel de servicio pasando de un 21% en condiciones de desbordamiento de llamadas a un 54%, lo

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

cual permite que los clientes del call center perciban una mejora en la atención de la línea por parte de la cola de “ASESORES DE SAC”. Adicional a lo anterior, la eficacia vuelve a ser 92% tal y como sucede en el escenario sin afectación, lo cual representa una atención de 92 personas de cada 100 que llaman a la línea.

### Modelo transferencia a ciegas

Diagrama del proceso:

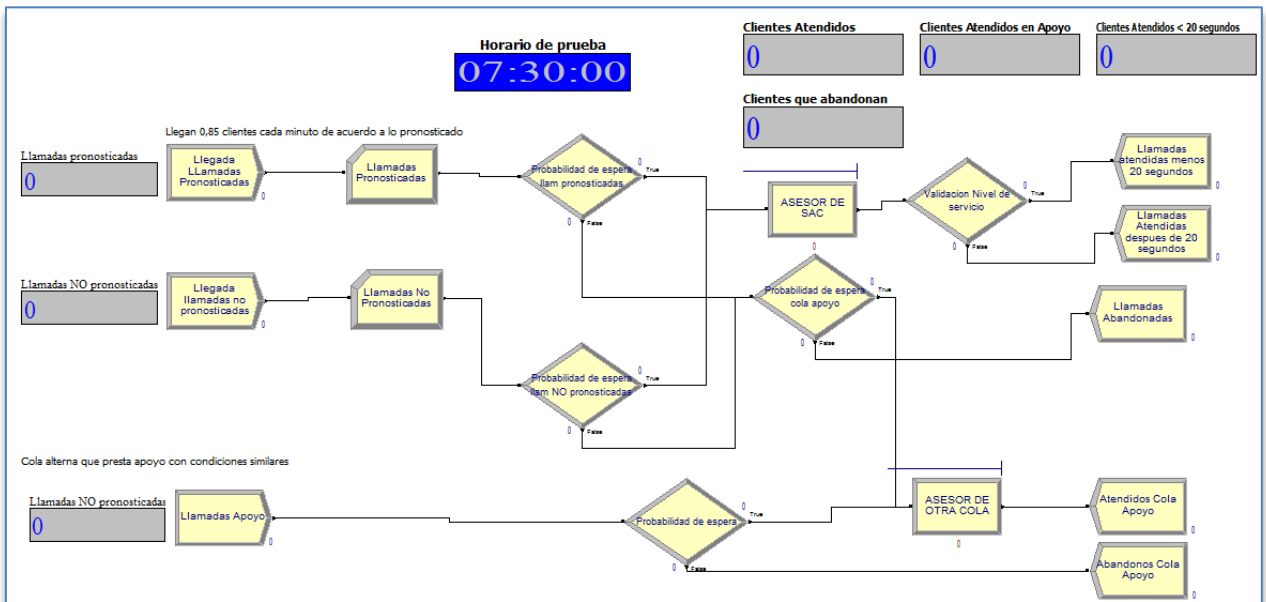



Ilustración 12 Diagrama modelo transferencia a ciegas

Éste modelo agrega en la parte inferior del diagrama una cola adicional de agentes que tiene un comportamiento similar a la cola sin afectación de la operación atendida por la cola agentes ASESOR DE SAC. La regla principal de este modelo consiste en prevenir que las personas abandonen la espera en línea por la cantidad de clientes que puedan estar esperando ser atendido. Para esto se desbordan las llamadas de las personas que llegan a ocupar la quinta posición de espera y pasan a una segunda validación donde se determina si la operación alterna tiene

 <b>Institución Universitaria</b>	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

disponibilidad para atender a la persona; si es así, se desborda la llamada a la cola de trabajo que en el diagrama se llama ASESOR DE OTRA COLA, en caso contrario la llamada pasa a ser un abandono, según las condiciones iniciales establecidas en el modelo de negocio. A continuación se detalla en la ilustración 13 la parametrización de dichas validaciones.

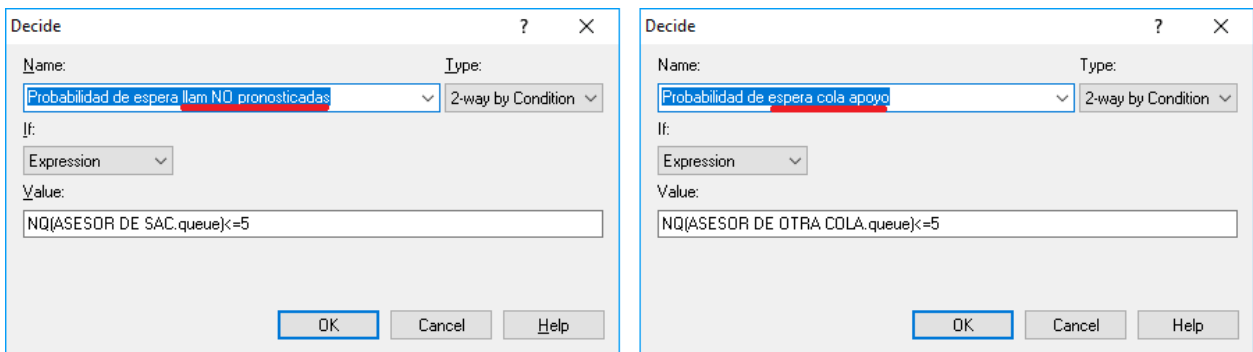


Ilustración 13 Validación clientes en cola

**Resultados de la simulación:**

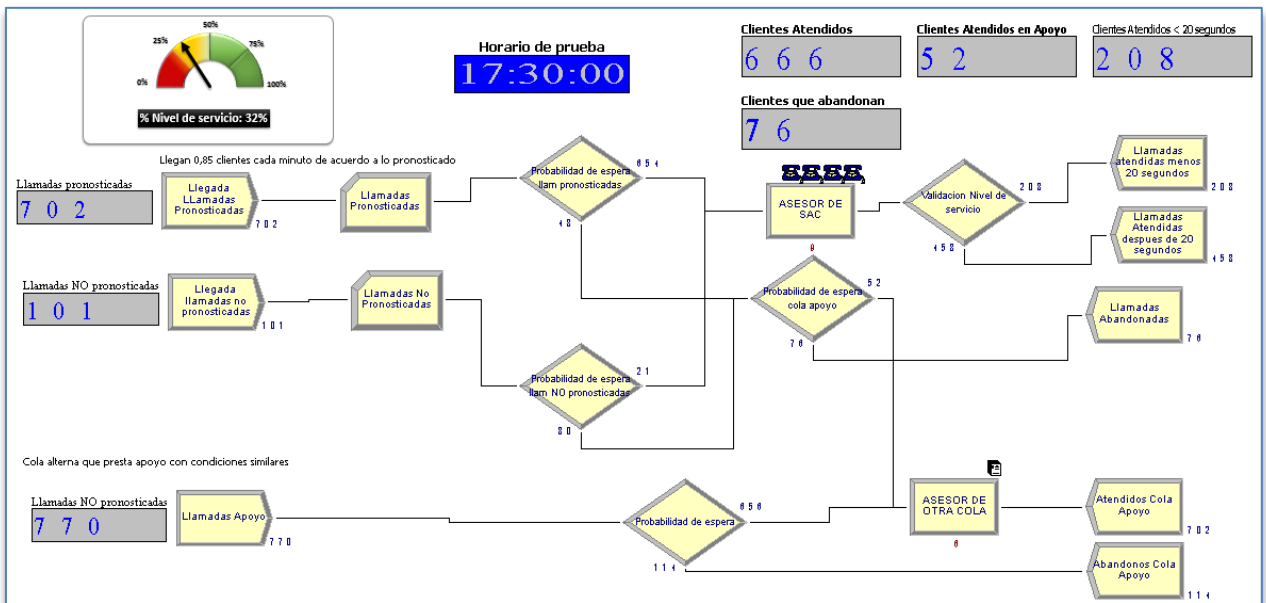



Ilustración 14 Resultado modelo transferencia a ciegas

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

Luego de realizar ésta simulación obtenemos un nivel de servicio del 32% y una eficacia del 89%. Si bien estos resultados mejoran el comportamiento con base en la afectación de la operación, no son tan eficientes como lo que se puede evidenciar en el método de polivalencia e incluso muestra el menor resultado para el indicador de eficacia; dejando una tasa de atención a clientes de 89 personas atendidas de cada 100 que llegan a la cola. A consecuencia de esto se evidencia un nivel de abandono en la operación del 9% que representaron un total de 76 personas en éste ejercicio.

### **Modelo ajuste en tiempo real**

El modelo de ajuste en tiempo real se enfoca en el control de la cantidad de personas que están operando en la cola de atención. Para esto es necesaria la intervención humana permanente en el dimensionamiento de los asesores que se requieren, con base en pronósticos y comportamiento de la operación según las fechas y la historia de los sucesos relevante de cada negocio, como lo son: fechas especiales, factor climático, anuncios publicitarios, comienzo de temporadas, entre otros.

Las medidas frecuentes para garantizar el cumplimiento del indicador de nivel de servicio en los call center que operan bajo este modelo, son las siguientes: Contratar personal nuevo, reentrenar y vincular agentes si se tiene el cierre definitivo de otra cola de atención, mover los tiempos de descanso del personal, aumentar las jornadas laborales, entre otros.

Para el ejercicio simulado en esta oportunidad, se tuvo en cuenta un incremento de 3 personas en la cola de ASESOR DE SAC. Lo anterior como resultado a las medidas que se mencionaron previamente y que fueron gestionadas al interior de la empresa de call center con la intervención del jefe de la operación.


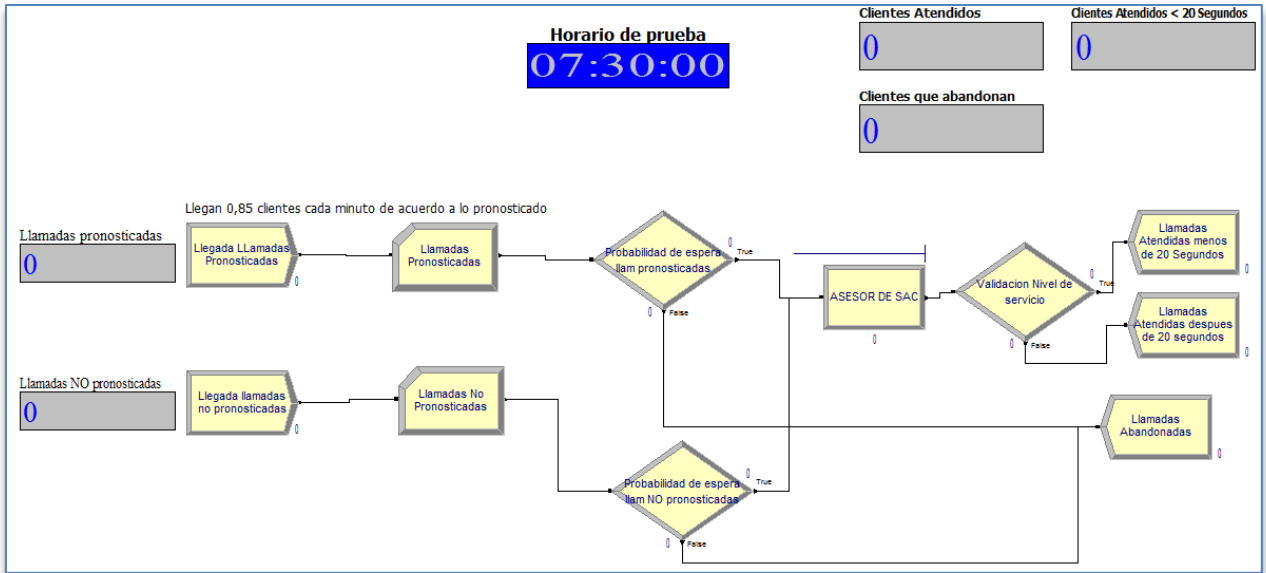

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Diagrama del proceso:

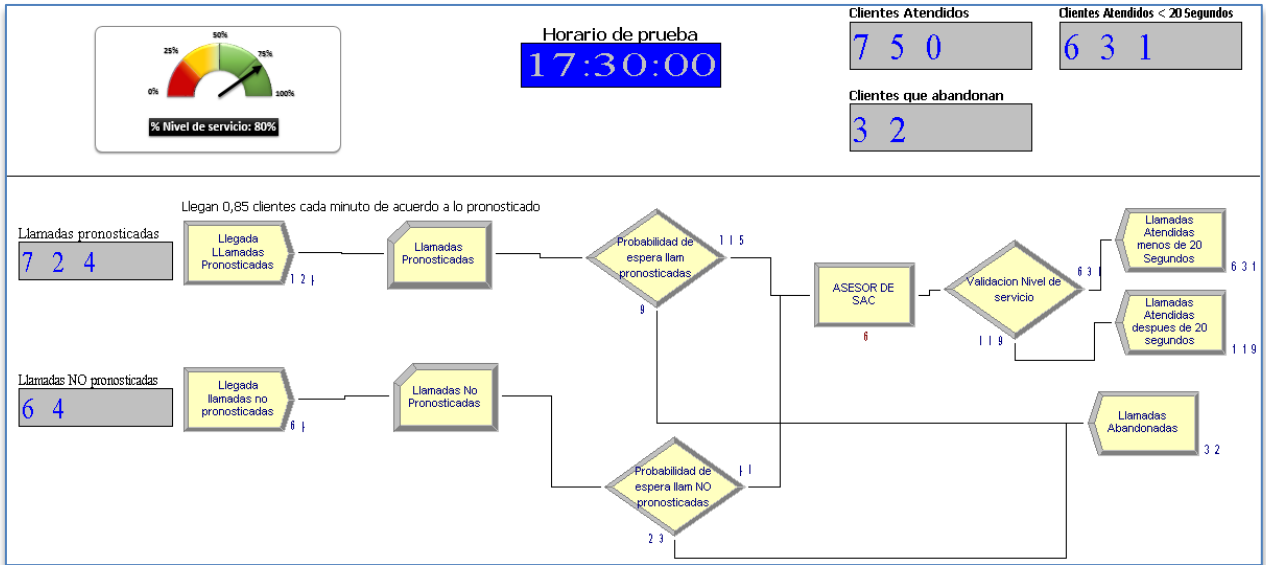


*Ilustración 15 Diagrama modelo ajuste en tiempo real*

El diagrama es similar al que vimos en el proceso de afectación de la línea en condiciones normales de operación y al del modelo de polivalencia. En esta oportunidad sólo varía la cantidad de personas de la cola quedando en un total de 8 asesores.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

Resultados de la simulación:




*Ilustración 16 Resultados modelo ajuste en tiempo real*

En los resultados de este modelo encontramos un cumplimiento del benchmark <sup>2</sup>a nivel mundial de nivel de servicio para las operaciones de call center con un nivel de servicio del 80% (80% de los clientes atendidos antes de 20 segundos).

Sin duda alguna la incorporación de los 3 asesores que se arrojó como resultado al ejercicio de dimensionamiento de la línea fue muy ajustado al comportamiento de la operación en momentos de afectación y logró cumplir con el indicador de nivel de servicio, también habla de un control permanente del jefe de operación en tiempo real ajustando tiempos de los asesores (descanso, idas al baño, extensión de turnos, entre otros). Adicional al cumplimiento del indicador se cierra la jornada con una eficacia del 95% atendiendo un total de 750 clientes de los 788 que se comunicaron. El indicador de abandono fue el más bajo de los tres modelos cerrando en un 7%

<sup>2</sup> Benchmark: Valor de referencia



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

que representan sólo 32 clientes, mostrando un muy buen comportamiento debido a que los demás escenarios vistos en este trabajo hasta ahora han estado por encima de 50 clientes que abandonan la cola de espera.

Medición del nivel de servicio:

Para la medición del nivel de servicio en los modelos que se han simulado en ‘arena’ se utilizó un recurso de validación de tiempos para cada entidad o persona que salía de la cola de atención, donde se evaluó si su tiempo de espera en la cola fue o no superior a 20 segundos como se muestra en la parte final de los diagramas. Con base en la cantidad de personas atendidas antes de 20 segundos y el total de clientes atendidos en que llegaron al proceso se obtuvo el indicador. La ecuación utilizada fue:

$$Nivel\ de\ servicio = \frac{Llamadas\ totales\ de\ la\ operación}{Llamadas\ atendidas\ antes\ de\ 20\ segundos}$$

A continuación se ilustra la validación de la condición de tiempo en ‘arena’.

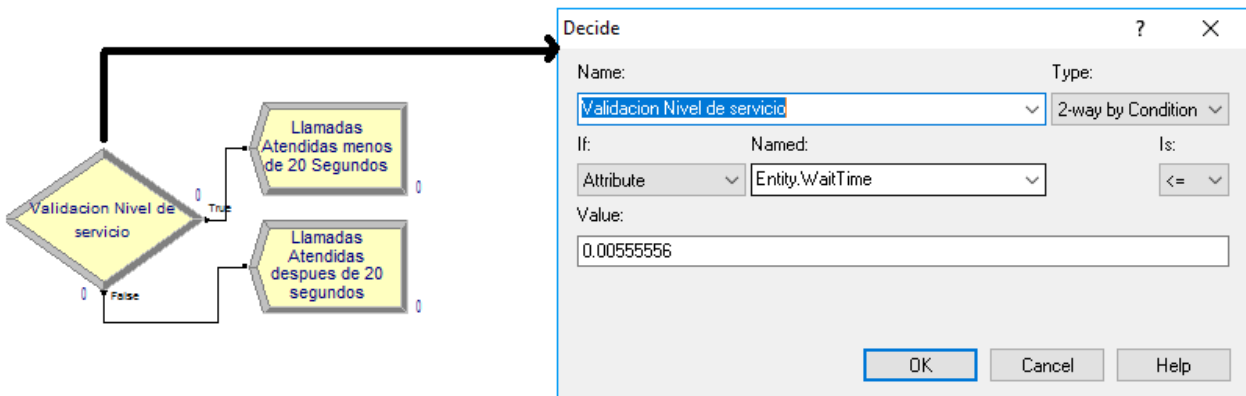



Ilustración 17 Validación nivel de servicio

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

**1.1.4.** Priorización a partir de una metodología existente de métodos que se podían tomar como referencia de acuerdo a los requerimientos del negocio.

En las operaciones del call center es habitual encontrar métodos de control de nivel de servicio donde se priorice a partir de la premisa de ser costo eficientes en las decisiones que se toman. Sin embargo, luego de agotar los recursos de apoyo internos que se tienen para aplicar modelos como el de la polivalencia y transferencia a ciegas, se hace necesario contemplar la incorporación de nuevos asesores en la operación o aumentar las horas de trabajo en jornadas extenuantes para las personas, tal y como se efectúa en el control de tiempo real. Los tres métodos tienen ventajas y desventajas; sin embargo, tarde o temprano la priorización termina apuntando por el modelo en el que se obtienen mejores resultados en el indicador de servicio, teniendo presente que esta tasa de atención posibilita prestar un mejor servicio a los clientes, aumentar el número de ventas, lograr la fidelización de usuarios, un mayor recaudo de cartera; y así, según el tipo de negocio que atiende la operación.

En la tabla 4 se relacionan los resultados obtenidos en la simulación de los tres modelos encontrados en la literatura y las condiciones normales y con afectación de una operación que no tiene un método de control de nivel de servicio implementado.


 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

Tabla 5 Resultado simulación modelos

	Escenarios con afectación				
	Operación Normal	Operación Normal con afectación	Polivalencia	Ajuste tiempo Real	Tranferencia a ciegas
<b>Total Llamadas Entrantes</b>	735	799	754	788	803
<b>Llamadas Abandonadas</b>	54	99	52	32	76
<b>Llamadas Atendidas</b>	679	691	697	750	718
<b>Llamadas Atendidas antes de 20 segundos</b>	193	171	408	631	260
<b>% Eficacia</b>	92%	86%	92%	95%	89%
<b>% Abandono</b>	7%	12%	7%	4%	9%
<b>% Nivel de servicio</b>	26%	21%	54%	80%	32%
<b>Asesores</b>	5	5	7	8	5
	Situación habitual de operación		Implementación métodos de literatura		


Con base en los resultados obtenidos se prioriza a partir del modelo de ajuste en tiempo real, donde el indicador clave de desempeño (nivel de servicio) se cumple al 80% tal y como se espera para el ejercicio.

### **1.2.Desarrollo objetivo 2: Desarrollo de un método que permite mejorar el nivel de servicio en momentos de abstención de agentes en un call center**

- Definición de un mecanismo de evaluación y selección para los métodos seleccionados en el proceso de priorización.

La priorización para evaluar y seleccionar el método de control de nivel de servicio más adecuado se define a partir de la elección de los mejores resultados de desempeño de la operación, donde el nivel de servicio sea igual o superior al 80%. De igual forma se contempla que la inversión en recurso humano tenga el menor crecimiento posible de todos los métodos que se estén contemplando.

Lo anterior posibilita la prestación de un excelente servicio a los clientes que llaman al call center y genera un comportamiento costo eficiente que finalmente impacta de manera positiva los estados financieros de la compañía de call center, generando así una rentabilidad que le interesa a

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

todos los accionista para seguir creciendo el negocio e ir incorporando mayor número de líneas y colas de atención.

- Desarrollo de un algoritmo de optimización para el método seleccionado a partir de la evaluación de los existentes.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la simulación de los modelos de control de nivel de servicio existentes en la literatura y la priorización a partir del modelo de ajuste en tiempo real, se construye un nuevo modelo en el que se pretende mejorar los resultados a partir de la incorporación de nuevos recursos tecnológicos que ayuden a no depender de una humana para lograr un buen resultado en el nivel y oportunidad de atención de los clientes. A continuación de describe el método propuesto para control de nivel de servicio.


### **Método IVR Call Back**

El método consiste en evaluar la probabilidad de que una persona esté a punto de abandonar la cola de atención y a partir de esto, direccionarla de manera automática a un menú de IVR donde tendrá la posibilidad de navegar por unas opciones entregadas en la grabación, para escuchar información general y aclarar posibles dudas respecto al producto o servicio o para aceptar la opción de ser contactado por un asesor de servicio posteriormente.

Con el fin de optimizar el indicador de ocupación de los asesores, en momentos de bajo flujo de llamadas puede destinarse uno de ellos a realizar llamadas de salida para contactar a las personas que elijan la opción de contacto posterior.

### **Ventajas:**

- Optimización del recurso tecnológico
- Menores inversiones en contratación de nuevo personal

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

- Minimiza la posibilidad de errores por parte de asesores polivalentes que no hayan superado su curva de aprendizaje
- Optimización del indicador de ocupación de la operación (las personas pueden ejecutar campañas de salida en tiempos de bajo flujo de llamadas)
- Activación automática del control sin intervención humana


**Desventajas:**

- Requiere un tiempo inicial de desarrollo del IVR
- Debe elegirse muy bien el mensaje a entregar en la grabación del IVR para que el usuario tenga muy claro que puede auto aprovisionarse o que puede ser contactado posteriormente

En la actualidad no existe documentación que relacione el uso de un método como éste en las operaciones call center. En éste trabajo relacionamos las ventajas en términos de eficiencia operativa en la consecución de un buen indicador de nivel de servicio, además se destaca la reducción de costos en su implementación, teniendo presente que el costo más alto para cualquier call center está directamente relacionado con la contratación y entrenamiento de nuevo personal.

- Automatización por medio de un software computacional del algoritmo de mejora del método propuesto para mejorar el nivel de servicio en un call center

Con la ayuda del software ‘arena’ se construye el esquema de atención a usuarios incorporando el desvío al menú de IVR que le permitirá al cliente auto gestionarse o pedir que haya un contacto previo con él por parte de un asesor de servicio. En la ilustración 18 se relaciona el diagrama de atención con base en lo definido para el método.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

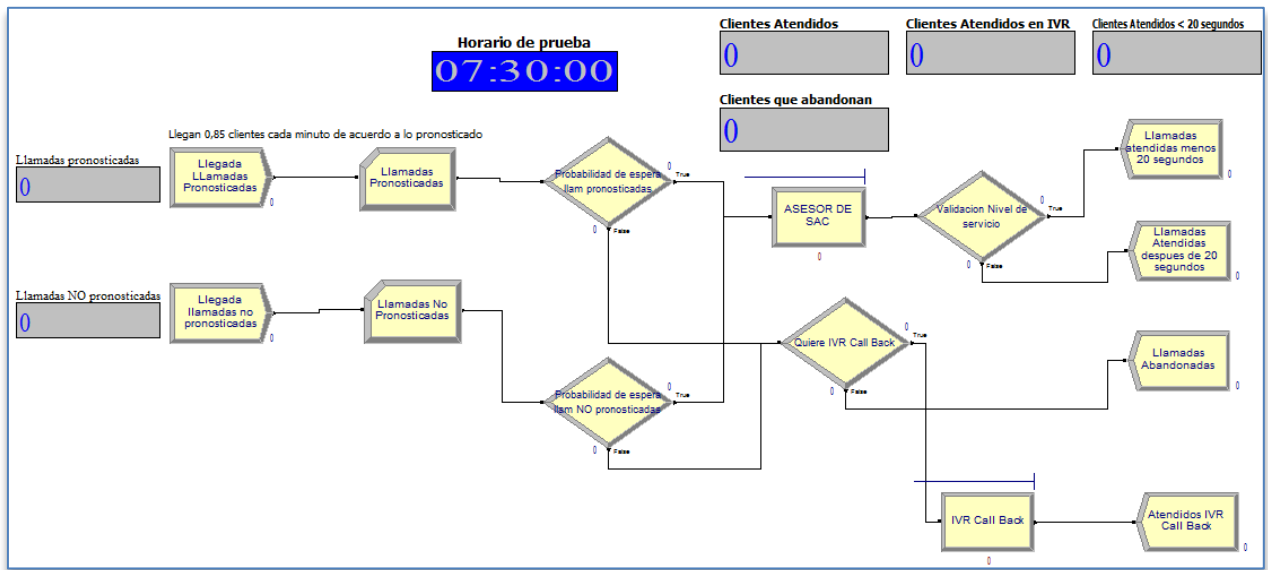



Ilustración 18 Diagrama método IVR Call Back

Se incorpora una decisión llamada “Quiere IVR Call Back” para las personas que llegan a la posición 5 de espera en línea para la cola de ASESOR DE SAC. En este momento el cliente decide si su atención será dirigida por el mismo a través de las opciones del menú, accede a dejar su número de contacto para una llamada posterior o si sale del sistema.

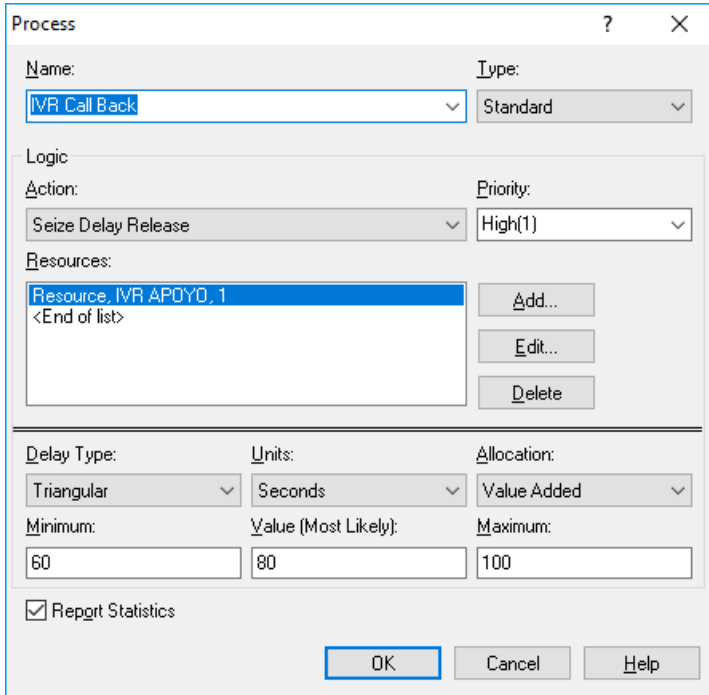
### 1.3.Desarrollo objetivo 3: Aplicación del método propuesto a través de modelamiento y simulación utilizando una solución de software existente

- Se implementa el método de control propuesto en una operación de call center.

Luego del montaje del modelo en arena se procede a simular su comportamiento tomando como parámetros iniciales las condiciones que se han venido ejecutando desde los modelos anteriores, con una tasa de llegadas de clientes de uno cada 0,85 segundos, una tasa de llegada de clientes no pronosticados de 10 clientes adicionales cada hora, 5 asesores atendiendo la línea y el horario de 7:30 am a 5:30 pm. Adicional a esto, en ‘arena’ se parametriza la atención de clientes

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

a través del IVR con los tiempos que se ajustan a este tipo de atención y que se relacionan en la ilustración 19.




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

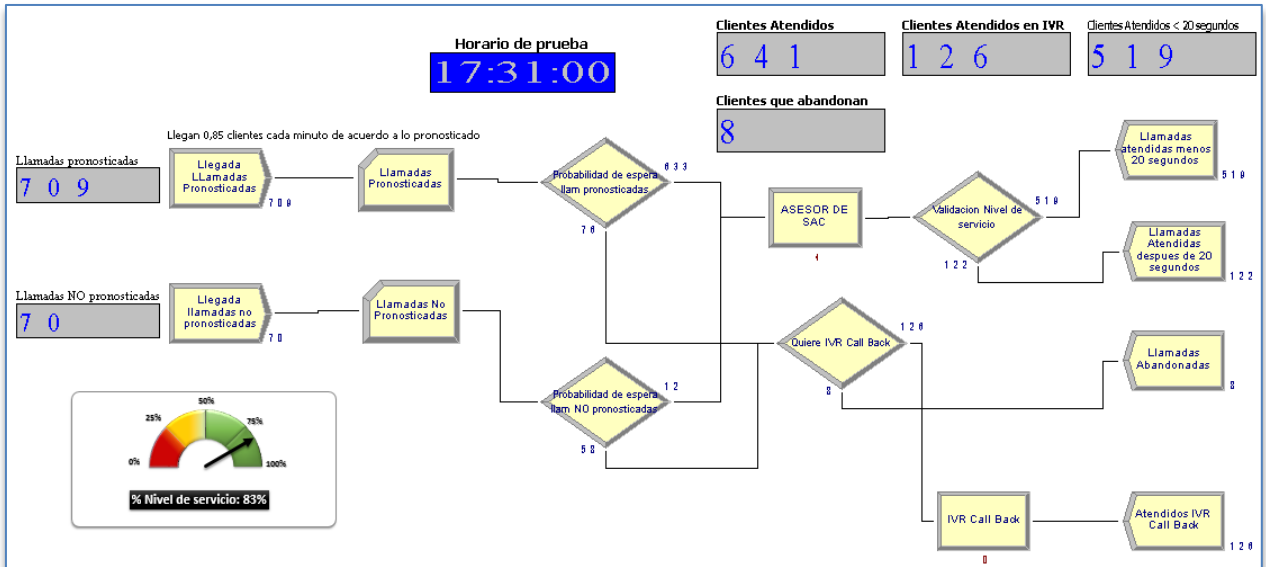
- Name:** IVR Call Back
- Type:** Standard
- Logic:**
  - Action:** Seize Delay Release
  - Priority:** High(1)
  - Resources:** Resource, IVR APOYO. 1 (selected), <End of list>
- Delay Type:** Triangular
- Units:** Seconds
- Allocation:** Value Added
- Minimum:** 60
- Value (Most Likely):** 80
- Maximum:** 100
- Report Statistics

*Ilustración 19* Parametros atención IVR

Tiempo mínimo: 60 segundos, tiempo máximo: 100 segundos, moda: 80 segundos

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### Resultado modelo IVR Call Back



Se ejecuta la simulación del modelo en arena tal y como fue desarrollado para los métodos encontrados en la literatura y las condiciones de operación de call center sin control de nivel de servicio.

- Se realiza la extracción de información necesaria para el análisis de los resultados

Los resultados obtenidos en la simulación fueron los siguientes:




 <b>Institución Universitaria</b>	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22


Tabla 6 Resultados Simulación método IVR Call Back

	Datos IVR Call Back
<b>Total Llamadas Entrantes</b>	779
<b>Llamadas Abandonadas</b>	8
<b>Llamadas Atendidas</b>	767
<b>Llamadas Atendidas antes de 20 segundos</b>	645
<b>% Eficacia</b>	98%
<b>% Abandono</b>	1%
<b>% Nivel de servicio</b>	83%
<b>Asesores</b>	6

Recursos	IVR Call Back	
<b>Intervención Humana</b>	NO	✓
<b>Contratación nuevos asesores</b>	SI	
<b>Apoyo de otros equipos de trabajo</b>	NO	✓
<b>Desarrollo tecnológico</b>	SI	
<b>Ejecución de método de forma automática sin intervención humana</b>	SI	✓
<b>Incremento de carga laboral para los asesores</b>	NO	✓

- Se construyen informes que puedan resumir el impacto generado en el indicador de nivel de servicio luego de la simulación

A partir de los resultados obtenidos en todas las simulaciones que se han ejecutado se cuantificaron los resultados y se graficaron para la facilidad en la lectura. Inicialmente se relaciona el comportamiento general de las llamadas donde se destaca el comportamiento similar para todos los modelos en la cantidad de llamadas que se recibieron en el día teniendo un promedio de llamadas recibidas para todos de 776. Así mismo destaca la tendencia marcada en la cantidad de llamadas que se abandonaron en el proceso de atención de cada modelo dejando como resultado el máximo número de abandonos para la operación normal con afectación, donde

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

99 clientes abandonaron el proceso y la cantidad mínima de abandonos se quedó en el modelo de IVR Call Back.

Por su parte, la cantidad de llamadas atendidas antes de 20 segundos dejaron como primer y segundo lugar a los métodos de IVR Call Back y Ajuste real con 645 y 631 respectivamente.

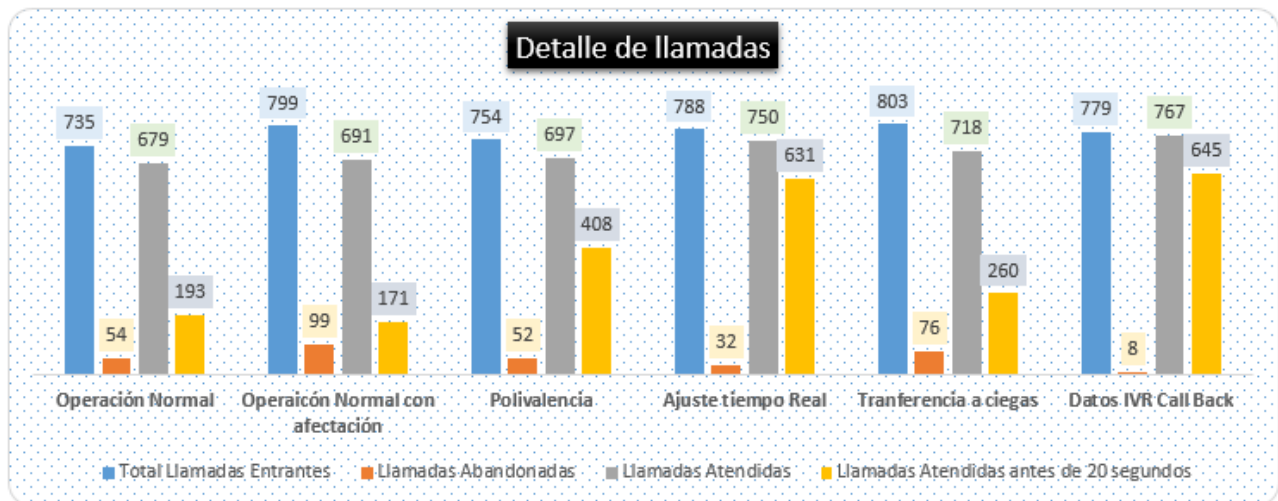



Figure 1 Indicadores de llamadas

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Los indicadores de atención muestran un comportamiento similar a lo evidenciado en el detalle de las llamadas sin embargo se destacan indicadores como el de eficacia donde el métodos de IVR Call Back entregó un tasa de atención a clientes de 98%; es decir, que de cada 100 clientes que llegaban al sistema se atendían 98.

También se destaca que el método de transferencia a ciegas fue el que dejó mayor proporción de abandonos en los métodos encontrados en la literatura con un total de 9%, 3 puntos porcentuales menos respecto al peor escenario que fue la operación normal sin ningún método de control.

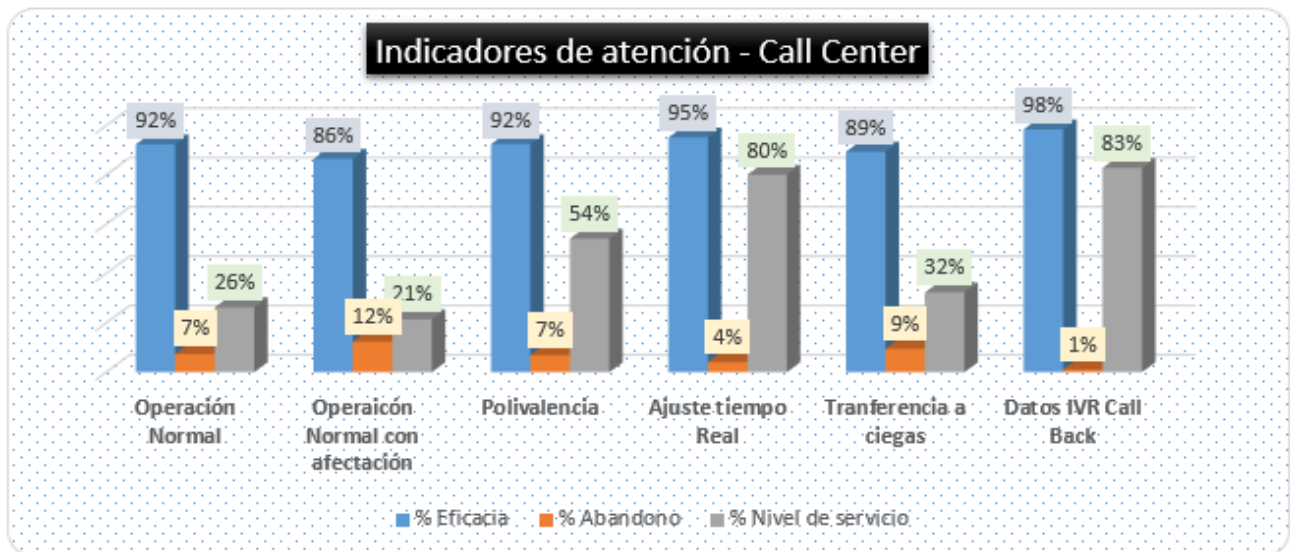



Figure 2 Indicadores de atención

Finalmente se entregan los resultados que comparan los dos criterios más importantes para la priorización teniendo presente la definición entregada previamente donde debe evaluarse la mejor proporción en cuanto a los resultados de nivel de servicio y cantidad de personas que se utilizaron en la cola de trabajo.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

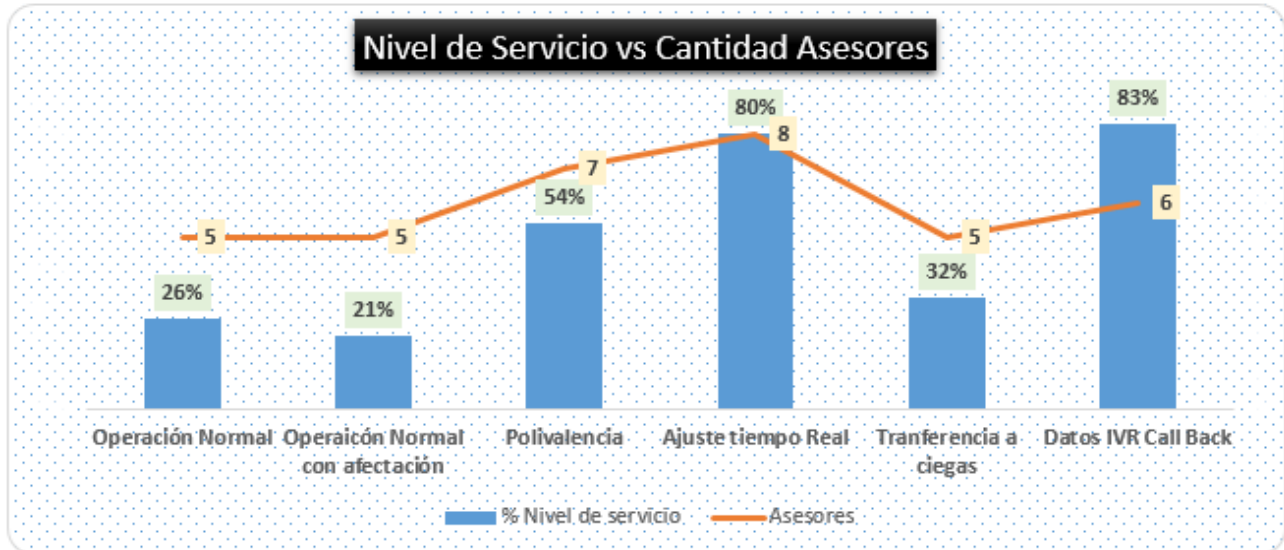



Figure 3 Kpi para priorización

#### 1.4.Desarrollo objetivo 4: Análisis de resultados y el desempeño del método aplicado para optimizar el nivel de servicio en momentos de abstención de agentes en un call center

- Se revisan las estadísticas generadas luego de la simulación

Teniendo en cuenta la meta de nivel de servicio y la tolerancia que por norma COPC<sup>3</sup> se tiene para el indicador de 5% por encima o por debajo del benchmark, se considera que el resultado de 83% de nivel de servicio en el indicador es apenas óptimo para el caso de estudio que se tiene en el proyecto. El 3% por encima de la meta del nivel de servicio, entrega la posibilidad de tener momentos de baja ocupación en la que un agente puede generar llamadas de salida para contactar a las personas que decidieron tomar la opción de ser contactados posteriormente por un asesor. Por otro lado, tenemos un total de 645 personas atendidas antes de 20 segundos, lo cual teniendo

<sup>3</sup> COPC: (Customer Operation Performance Center) es un Modelo de Gestión Integral orientado a Resultados

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

en cuenta que el total de llamadas entrantes al sistema fue de 779, representa una eficacia del 98,5%; es decir, que de cada 100 personas que se comunicaron a la línea al menos 98 de ellas lograron ser atendidas y menos del 2% decidió abandonar la llamada.

La utilización de 6 asesores pone en un punto de equilibrio de costo eficiencia a este método, debido a que hasta ahora el único método que cumplía con la meta de nivel de servicio era el de ajuste en tiempo real y éste último se valía de 8 asesores para poder lograrlo.

- Se realiza comparación de resultados con los actuales métodos de control de nivel de servicio

En la tabla 6 que se relaciona a continuación, se entrega la comparación de cada uno de los indicadores que se midieron en el ejercicio, inclusive se detallan los resultados de las condiciones de la operación sin métodos de control de nivel de servicio en condiciones normales y con afectación. En la columna llamada ‘indicador’ se detalla la descripción de cada una de las variables del proceso, luego en las siguientes columnas, se relaciona el nombre del método como título de las mismas. Desde la columna llamada ‘Operación Normal con afectación’ hasta la de ‘Datos IVR Call back’ se relacionan los escenarios donde la operación fue afectada con el ingreso de 10 llamadas adicionales a las pronosticadas por hora.

En la parte inferior de la tabla se divide en tres partes los momentos de la operación que se simularon en ‘arena’. En la primera llamada ‘situación habitual de operación’, se reúnen los resultados de los modelos donde no hay control de nivel de servicio, la segunda llamada ‘implementación métodos de literatura’ consolida los resultados de la simulación realizada con base en los métodos extraídos de otros autores. Finalmente se entregan las estadísticas generadas para el modelo propuesta de ‘IVR Call Back’ en la tercera división llamada ‘propuesta’.



 <b>Institución Universitaria</b>	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

Tabla 7 Comparación Indicadores de los métodos

Indicador	Operación Normal	Escenarios con afectación				
		Operación Normal con afectación	Polivalencia	Ajuste tiempo Real	Tranferencia a ciegas	Datos IVR Call Back
Total Llamadas Entrantes	735	799	754	788	803	779
Llamadas Abandonadas	54	99	52	32	76	8
Llamadas Atendidas	679	691	697	750	718	767
Llamadas Atendidas antes de 20 segundos	193	171	408	631	260	645
% Eficacia	92%	86%	92%	95%	89%	98%
% Abandono	7%	12%	7%	4%	9%	1%
% Nivel de servicio	26%	21%	54%	80%	32%	83%
Asesores	5	5	7	8	5	6
	Situación habitual de operación		Implementación métodos de literatura		Propuesta	

- Se entregan las conclusiones que determinaran la efectividad del método implementado.
- Se logra el cumplimiento de la meta del 80/20 de nivel de servicio, cerrando con un indicador 83/30.
- Se hace un incremento mínimo en la cantidad de asesores que atienden la cola de trabajo. Un asesor más.
- La percepción de calidad en la atención de los clientes mejora ya que el 98% de ellos pudo ser atendido y no decidió abandonar el proceso.
- Se aprovecha el recurso tecnológico de la plataforma telefónica para evitar la contratación de más personal, lo cual puede ser contraproducente en términos de costos en momentos de menor cantidad de llamadas en el call center.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

## 2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

Éste trabajo de grado se destaca de la documentación actual de los métodos de control de nivel de servicio, ya que es una referencia que puede ser consultada para la población latinoamericana que no domina el inglés y propone de una manera abierta el uso de los recursos tecnológicos que tienen las plataformas telefónicas, para apoyar la gestión humana en momentos donde no es posible contemplar situaciones que terminen impactando el nivel de servicio.

El trabajo realizado por (Pot, 2006) y (Nielsen, 2009) es un gran aporte a la comunidad que se dedica al trabajo de call center, debido a que en el mercado existe mucha documentación referente a los recursos tecnológicos de un call center acerca de cómo se compone su estructura organizacional, el crecimiento y la evolución del mismo, pero pocos hacen referencia a la forma en la que se controla una operación; mientras que estos autores lo señalan ampliamente.

Éste documento entrega además de la referenciación de métodos de control existentes, un nuevo método que no está documentado para la comunidad y que puede ser consultado para su implementación en muchos de los call center que operan actualmente en todos los países. Las estadísticas generadas y graficadas a lo largo de este trabajo fueron claves para determinar la efectividad del método propuesto; sin embargo, a continuación se relaciona una tabla de variaciones donde se pone en evidencia la efectividad del método comparando los KPI de los demás métodos analizados.


 <b>Institución Universitaria</b>	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

Tabla 8 Resultados IVR Call Back vs Polivalencia

	Polivalencia	IVR Call Back	Variación IVR Call Back Vs Polivalencia	
Llamadas Atendidas	697	767	10%	✓
Llamadas Atendidas antes de 20 segundos	408	645	58%	✓
% Eficacia	92%	98%	7%	✓
% Abandono	7%	1%	-85%	✓
% Nivel de servicio	54%	83%	53%	✓
Asesores	7	6	-14%	✓


Tabla 9 Resultados IVR Call Back vs Ajuste en tiempo real

	Ajuste tiempo Real	IVR Call Back	Variación IVR Call Back Vs Ajuste en tiempo real	
Llamadas Atendidas	750	767	2%	✓
Llamadas Atendidas antes de 20 segundos	631	645	2%	✓
% Eficacia	95%	98%	3%	✓
% Abandono	4%	1%	-75%	✓
% Nivel de servicio	80%	83%	3%	✓
Asesores	8	6	-25%	✓

Tabla 10 Resultados IVR Call Back vs Transferencia a ciegas

	Tranferencia a ciegas	IVR Call Back	Variación IVR Call Back Vs Tranferencia a ciegas	
Llamadas Atendidas	718	767	7%	✓
Llamadas Atendidas antes de 20 segundos	260	645	148%	✓
% Eficacia	89%	98%	10%	✓
% Abandono	9%	1%	-89%	✓
% Nivel de servicio	32%	83%	156%	✓
Asesores	5	6	20%	✓



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En los resultados de las tres tablas, se pone en evidencia los porcentaje de mejora en cada indicador, teniendo presente que el KPI de abandono es un indicador negativo, cuanto menos sea el valor de la variación representa una mejor. Como resultado final se entrega el gráfico de nivel de servicio y su comportamiento en igualdad de condiciones para cada uno de los métodos.

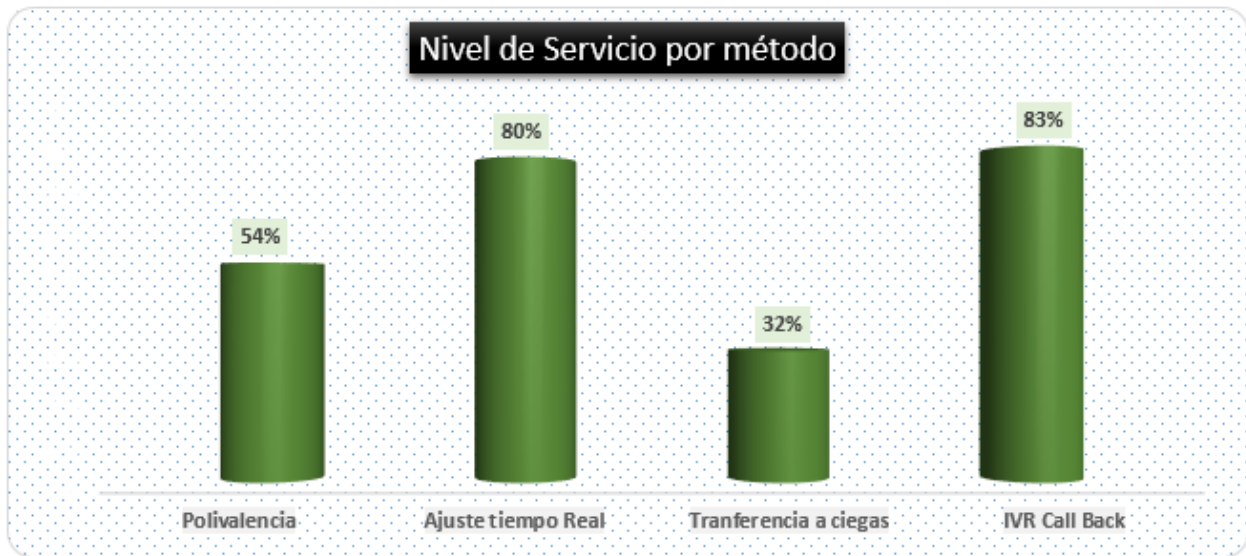



Figure 4 Nivel de servicio por método

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

### 3. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

---

A continuación se relacionan las conclusiones finales de este trabajo que destacan la consecución de los objetivos trazados:

**Conclusión General:**


El modelo de control de nivel de servicio <sup>4</sup>llamado ‘IVR Call Back’ ayuda a la mejora en la calidad de atención de los usuarios de una operación de call center, justificando el indicador sin tener que hacer grandes inversiones en nuevo personal. Para el ejercicio realizado en este documento se logró alcanzar un nivel de servicio del 83% con el incremento de una sola persona en el equipo de trabajo y sacándole el mayor provecho a los recursos tecnológicos que ofrecen las plataformas telefónicas.

**Otras conclusiones:**

- En la actualidad existe una amplia documentación de call center, sin embargo no se especifican de la misma manera los métodos para controlar el nivel de servicio.

---

<sup>4</sup> Nivel de servicio: porcentaje de llamadas que deben ser contestadas dentro de un tiempo determinado. Ejemplo 80/20 (El 80% de las llamadas deben ser contestadas antes de 20 segundos)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22


- El método de control en tiempo real es una alternativa que permite mantener en un buen nivel el indicador de nivel de servicio, sin embargo se requiere de inversión en contratación de personal y afecta el clima organizacional debido a las extenuantes jornadas para las personas que atienden las colas de trabajo.
- Los procesos automatizados forman parte de la evolución en las colas de atención a usuarios, entregando la posibilidad de auto gestionar sus solicitudes sin necesitar de la intervención humana.
- Generar atención polivalente entre equipos de trabajo en los call center puede ser riesgoso para el indicador de nivel de servicio, tanto para la cola que presenta afectación como para la cola que presta apoyo.
- El dimensionamiento constante de las operaciones de call center es una práctica sana para saber cómo deben configurarse los recursos tecnológicos y, para obtener la cantidad justa de personas a contratar procurando ser costo eficientes.

#### **Recomendaciones:**


- Las empresas de call center deben invertir más en plataformas telefónicas que habiliten el uso de nuevas tecnologías para automatizar por medio de un IVR.
- La polivalencia entre colas de trabajo debe planearse desde el dimensionamiento de los recursos y debe generarse una capacitación de refuerzo constante para evitar el incremento en los tiempos de atención a los usuarios y a su vez la prestación de un servicio de calidad.

#### **A futuro:**

- Se podría pensar en vincular la inteligencia de negocios a la atención automatizada de clientes al momento de comunicarse a un call center.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

- Gestión proactiva disparada en llamadas de salida a los clientes en el momento que el sistema de inteligencia de negocios detecte una situación que requiera atención por parte de un equipo de trabajo.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

## REFERENCIAS

---

3cx. (2016). *3cx*.

Aldor, S. (2007). *Modeling Arrivals to the Agents Queue in a Call*. Technion.

Ali, L. F. (2010). *A Call Center Simulation Study: Comparing the Reliability of Cross-Trained Agents to Specialized Agents*. Tennessee.

cisco. (2016). *Cisco*. Obtenido de <http://www.cisco.com/>

Clarke, S., & College, J. (2007). *Robust Staff Level Optimisation in Call Centres*. University of Oxford.

Coxon, A. (15 de 09 de 2010). *Top ten call center problems*.

Duan Yunfeng, S. J. (2000). *The Design and Implementation of Internet Call*.


Ger Koole, A. M. (2001). *Queueing Models of Call Centers*.

luxortec. (2016). *luxortec*. Obtenido de [www.luxortec.com](http://www.luxortec.com)

Marrugo, L. M. (2015). <http://www.vanguardia.com/>. Obtenido de Vanguardia.

Mehrotra. (1997).

naser. (2008). *INTRODUCCIÓN A LA TELEFONÍA*.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

Nielsen, T. B. (2009). *Call Center Capacity Planning*. Technical University of Denmark.

NUBIP Telcom Solutions. (06 de 06 de 2013). *Nubip*. Obtenido de <http://www.nubip.com/>

nuxiba. (2014). <http://www.nuxiba.com/>.

Pot, S. A. (2006). *Planning and Routing Algorithms for Multi-Skill Contact Centers*.

Sabater, J. P. (2016). *Aplicando Teoría de Colas en Dirección de Operaciones*.

Siqueiros, G. F. (2013). *INTRODUCCION A LA TEORIA DE COLAS Y SU SIMLUACIÓN*.

softwarecallcenter. (2016). *softwarecallcenter*. Obtenido de [www.softwarecallcenter.com](http://www.softwarecallcenter.com)


Srivastava, T. (2016). *analyticsvidhya*. Obtenido de

<https://www.analyticsvidhya.com/blog/2016/04/predict-waiting-time-queuing-theory/>

tpartner. (26 de 11 de 2015). *tpartner.Net*. Obtenido de <http://www.tpartner.net/>


wikitel. (21 de 01 de 2010). *wikitel*. Obtenido de

[http://wikitel.info/wiki/Redes\\_de\\_telefon%C3%ADa](http://wikitel.info/wiki/Redes_de_telefon%C3%ADa)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

## APÉNDICE

---

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

FIRMA ESTUDIANTES \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

FIRMA ASESOR \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_


FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

RECHAZADO\_\_\_      ACEPTADO\_\_\_      ACEPTADO CON  
MODIFICACIONES\_\_\_\_\_

72



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015- 01-22

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD \_\_\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_