



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN INGENIERIA

**DISEÑO DE LA OPERACION DE UN *CALL CENTER* DE
INFORMACION TURISTICA, A TRAVES DE SIMULACION
DISCRETA. CASO DE APLICACION EN GUATEMALA.**

T E S I S
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERIA
INGENIERIA EN SISTEMAS - INVESTIGACION DE OPERACIONES
P R E S E N T A :

JORGE ESTUARDO QUIJADA GODINEZ

TUTOR:
DRA. MAYRA ELIZONDO CORTES

2008





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Dr. Ricardo Aceves García

Secretario: M.I. Rodolfo Hernández Casanova

Vocal: Dra. Mayra Elizondo Cortés

1^{er.} Suplente: M.I. Rodrigo Carrillo Sancosme

2^{do.} Suplente: Dr. Manuel Ordorica Mellado

Lugar o lugares donde se realizó la tesis:

El trabajo de campo para el presente estudio fue realizado en la Ciudad de Guatemala, mientras que toda la recopilación teórica, así como el informe escrito fueron hechos en la Ciudad de México.

TUTOR DE TESIS:

DRA. MAYRA ELIZONDO CORTES

FIRMA

*Me encontraba allí, realmente sorprendido,
admirando todo aquello que creíamos perdido.*

*El ambiente no sabía más a dolor ni preocupación,
ya que preservar la paz y la alegría era la ocupación.*

*La forma en que cada quien hacía lo suyo era increíble,
con vocación, con convicción y con un sentido perfectible.*

*Habían dejado atrás los colores de su bandera, raza y religión,
trabajando mano a mano, todos por igual, en la misma dirección.*

*La emoción era inevitable, pues si bien no era un mundo perfecto,
era uno diferente, era uno mejor, a pesar de alguno que otro defecto.*

*La realidad se hizo presente cuando desperté y todo se esfumó,
juro que anhelé volver al inicio, donde esta bella historia empezó.*

*Inmediatamente se apoderó de mi ser un vacío inmenso y sin dueño,
pues dije en silencio que tristemente todo aquello había sido un sueño.*

*Pero entendí que más que un bello sueño para anhelar, olvidar y luego huir,
era un recordatorio del mundo deseado que aún no hemos empezado a construir.*

Jorge Quijada
2008

Agradezco primeramente a Dios por ser fuente de vida, amor, sabiduría y porque sus bendiciones nunca han faltado.

Seguidamente quiero agradecer a la UNAM, por permitir formarme en la mejor *Alma Mater* de Iberoamerica, por dejarme ser parte de su historia, y por enseñarme que: *Por mi raza, hablará el espíritu.*

No podría dejar de agradecer a quienes de una u otra forma creyeron en mí y me apoyaron incondicionalmente, una mención especial a la Dra. Mayra Elizondo y la Dra. Idalia Flores.

Este trabajo se lo dedico:

A mi esposa, Regina, **principal y especialmente a ella**, por ser el motor que me impulsa, por ser la visionaria de esta aventura y por ser, día con día, testigo fiel de mi vida.

A mi madre, ejemplo incomparable de lucha y esfuerzo por los que ama.

A mis hermanos, Juan Carlos y Lilibeth, por ser amigos incondicionales.

A mis suegros, por todo su apoyo, por creer y confiar en mí.

A mi querida patria, Guatemala, porque llegó la hora en que te levantemos y te honremos... *“Salve cara Parens, dulcis Guatemala, Salve”* citando a Rafael Landívar en su *Rusticatio Mexicana*.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	1
INTRODUCCIÓN	2
1. CONCEPTOS BÁSICOS	
1.1. Call Center	
1.1.1. Servicios.....	4
1.1.2. El servicio de los Call Centers.....	8
1.1.3. Indicadores de desempeño en la operación de un Call Center.....	11
1.2. Simulación	
1.2.1. Sistemas y Modelos.....	12
1.2.2. La Simulación como herramienta.....	15
1.2.3. Metodología de la Simulación.....	17
2. FORMULACIÓN, MODELO CONCEPTUAL Y OBTENCIÓN DE DATOS	
2.1. Formulación del problema.....	19
2.2. Modelo conceptual.....	24
2.3. Obtención de datos.....	26
3. UTILIZACIÓN DE SOFTWARE, VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN	
3.1. Utilización de Software.....	37
3.2. Verificación y Validación del Modelo.....	44
3.3. Análisis de resultados.....	48
4. PROPUESTA DEL DISEÑO INICIAL DEL CALL CENTER DE INFORMACIÓN TURÍSTICA	
4.1. Análisis de escenarios.....	56
4.2. Propuesta.....	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
ANEXOS	68
BIBLIOGRAFÍA	76

RESUMEN

Conforme la sociedad y las economías han ido evolucionando, se ha desarrollado una creciente preferencia por la cultura de servicios, tanto en la demanda misma de estos, como en el ámbito laboral que ha pasado a ser la fuente más importante de empleos.

Prueba de ello es el auge que han tenido los *Call Centers*, que surgen como una respuesta efectiva, para resolver de una forma oportuna las distintas formas en que se puedan presentar las necesidades de los clientes.

Este estudio pretende mostrar cómo la Simulación puede ser útil para dimensionar la capacidad operativa -configuración inicial- de un *Call Center* que busca brindar información turística en Guatemala, especialmente cuando este servicio no existe y no se cuenta con datos del sistema.

ABSTRACT

While the society and economies have evolved, it has developed a growing preference for the service culture, both, in the same demand of these, as in the workplace that has become the largest source of jobs.

Proof of these is the boom that had taken the *Call Centers*, emerging as an effective response to resolve in a timely manner the different ways in which they can present customers' needs.

This study aims to show how the Simulation might be useful to gauge the operational capability -first configuration- for a call center that seeks to provide tourist information in Guatemala, especially when this service doesn't exist and there are no data about the system.



INTRODUCCIÓN

La compleja dinámica de ofrecer y acercar los servicios a los clientes ha revolucionado los distintos mecanismos que facilitan la información sobre dichos servicios, en especial si se considera la incursión de la tecnología en nuestra forma de vida. De esta forma hemos podido presenciar nuevos avances y grandes esfuerzos comerciales por estrechar la relación negocio-cliente.

En el intento mismo por estrechar los lazos de esa relación, el concepto de “Servicio al Cliente” ha cobrado mayor importancia, al grado que ciertas empresas se han aventurado en proyectos de mayor envergadura como la “Fidelización de los Clientes”, es decir, casar al cliente con su marca o producto.

Es así como la evolución del Servicio al Cliente aunado a los avances de la tecnología, han originado el desarrollo de la atención no presencial al cliente y un Call Center es justamente una muestra de esto, ya que éste permite que la atención al cliente se dé vía telefónica, reduciendo costos al no tener que acondicionar espacios para atención presencial; los tiempos de atención suelen ser más cortos, y resulta más fácil automatizar parte de las actividades.

Sin embargo, el simple hecho de dar un valor agregado como éste ya no es suficiente, pues en la actualidad, la calidad del mismo se ha constituido en un factor determinante para los clientes al momento de decidirse por cierto producto o servicio. Uno de los aspectos de la calidad de servicio, que se puede cuantificar fácilmente, es el tiempo: ***nadie quiere esperar demasiado tiempo para ser atendido.***

Es por esta razón que optimizar la operación de actividades relacionadas con el servicio al cliente es importante, especialmente aquellas relacionadas con el dimensionamiento de recursos, pues no sólo es necesario cuantificar la mínima cantidad de recursos que se necesitan para atender a los clientes, sino también considerar un determinado nivel de servicio para ello.

La utilización eficiente de recursos es uno de los problemas principales que enfrentan las empresas durante el desarrollo de sus operaciones. Incluso antes de iniciar sus actividades, una empresa debe cuantificar qué cantidad de recursos necesita. De la misma forma, a medida que la empresa va creciendo, necesitará volver a dimensionarse para alcanzar sus nuevos objetivos.

Considerando lo anterior, la investigación propuesta en este documento desea cumplir el **objetivo** de:

Desarrollar un modelo de simulación discreta de la Operación de un Call Center de Información Turística, para apoyar la toma de decisiones en su diseño, y dimensionar la capacidad operativa del mismo, aplicado al caso particular de Guatemala.



Por lo que el trabajo se perfila hacia:

- *Formular el modelo conceptual del sistema a partir de la problemática dada.*
- *Generar y validar el modelo computacional de simulación.*
- *Utilizar el modelo de simulación para proponer el diseño inicial del Call Center de información turística.*
- *Determinar las áreas de oportunidad del sistema estudiado.*

De esta manera se pretende contribuir en:

- *Mostrar cómo la Simulación puede servir para diseñar sistemas que aún no existen, sin riesgo alguno. Y contribuir en la toma de decisiones.*
- *Colaborar en mi país con el desarrollo y fortalecimiento del turismo, ofreciendo un servicio de calidad que permita el fácil acceso de los turistas a la información requerida.*



1. CONCEPTOS BÁSICOS

1.1. Call Center

1.1.1. Servicios

Actualmente, los servicios tocan cada día más la vida de las personas, por ejemplo: los servicios de comida, servicios de comunicación, servicios de emergencia, entre muchos otros. Otras actividades como manufactura y agricultura siempre serán necesarias, pero existe un límite para ellas, sin embargo, los servicios que se pueden ofrecer a un cliente son infinitos.

Pero ¿qué son los servicios?, existe una infinidad de definiciones para este término, sin embargo, todas tienen en común: la intangibilidad y el consumo simultáneo. Entre las principales definiciones se pueden mencionar:

“Los servicios son acciones, procesos y actos.” (Zeithaml y Bitner, 1996. p.5)

“Un servicio es una actividad o una serie de actividades de naturaleza intangible, que normalmente pero no necesariamente, tienen lugar en las interacciones entre cliente y empleados de servicios y/o recursos físicos o mercancías y/o proveedores de sistemas de servicio, que los proveen como una solución a los problemas del cliente.” (Gronroos, 1990, p. 27).

“La mayoría de las autoridades consideran que el sector servicios incluye todas las actividades económicas cuyo resultado no sea un producto físico o una construcción, que generalmente es consumido en el momento en que es producido, y provee un valor agregado en formas tales como: conveniencia, diversión, entretenimiento, momento oportuno, comodidad o salud; y son esencialmente intangibles para el primer comprador.” (Quinn, Baruch y Cushman, 1987, p. 50).

“Una definición precisa de productos y servicios debe distinguirlos tomando como base sus atributos. Un producto es un objeto físico tangible o mercancía que puede ser creada y transferida, tiene una existencia a través del tiempo y puede ser creado y utilizado después. Un servicio es intangible y perecedero. Es una ocurrencia o proceso que es creado y utilizado simultáneamente o casi simultáneamente. Mientras que el consumidor no puede conservar el servicio verdadero después de que es producido, el efecto del servicio puede ser conservado.” (Sasser, Olsen y Wyckoff, 1978, p. 8).

“Un servicio es una experiencia perecedera en el tiempo e intangible que se lleva a cabo para que el cliente pueda actuar en el papel de co-productor” (Fitzsimmons y Fitzsimmons, 2006, p. 4).

Los servicios han revolucionado la vida de muchos países como es el caso de Estados Unidos de Norteamérica en donde en 1900, 3 de cada 10 trabajadores eran empleados en el sector servicios y el resto de los trabajadores se ocupaban de la agricultura y la



industria. Sin embargo, para 1950 los empleados que trabajaban en servicios eran el 50% de la fuerza laboral. En los últimos años, los E.E.U.U. ha tenido una mayor evolución en su sociedad y han pasado de ser un país predominantemente basado en la manufactura, a estar basado predominantemente en los servicios.

Con base en las actividades de trabajo de su población, muchas de las llamadas Naciones Industrialmente Avanzadas, podrían ser mejor descritas como Economías basadas en los Servicios. Según lo que se ha podido observar en los países desarrollados, se puede concluir que el desarrollo económico mundial está avanzando en direcciones inesperadas, que las economías industriales prósperas son desarrolladas sobre un fuerte sector de servicios y con respecto a la fabricación, la competencia en servicios se desarrollará a nivel mundial.

Sin embargo, actualmente una gran cantidad de países siguen en las primeras etapas de la actividad económica (Tabla 1). Su economía se basa en extraer recursos naturales de la tierra, por lo que su productividad es baja y sus ingresos son sujetos a fluctuaciones, pues dependen del cambio de precio que tenga su producto a nivel mundial y más del 70% de su fuerza laboral se centra en actividades de extracción. Este es el caso de muchos países en África, América y algunas partes de Asia.

TABLA 1
Etapas de la Actividad Económica

PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA	QUINTA
Agricultura	Manufactura o Fabricación	Restaurantes y Hoteles	Transporte	Salud
Minería	Procesamiento	Barberías y Salones de Belleza	Venta al por Menor	Educación
Pesca		Lavanderías y Tintorerías	Comunicaciones	Investigación
Silvicultura (cultivo de bosques)		Mantenimiento y Reparación	Finanzas y Seguros	Recreación
			Bienes Raíces	Arte
			Gobierno	

Fuente: Tomado de Fitzsimmons, J. y Fitzsimmons, M. (2006)

Dependiendo del grado de desarrollo económico en el que se encuentren los países, se pueden situar en distintos tipos de sociedades que según Bell, citado en Fitzsimmons y Fitzsimmons (2006) son:



Sociedad Pre-Industrial: es la condición de subsistencia en la que se encuentran la mayoría de los países del mundo y sus habitantes. En estos países la vida se caracteriza por ser un juego en contra de la naturaleza. El trabajo consiste en utilizar los músculos y la tradición. La mayoría de la fuerza laboral se dedica a la agricultura, minería y/o pesca. La vida está condicionada por elementos tales como: clima, calidad de la tierra y disponibilidad del agua. El ritmo de la vida está dado por la naturaleza y la cantidad de trabajo varía dependiendo de las estaciones.

La productividad es baja y hay poca evidencia de tecnología. Las familias son grandes- con muchos hijos- y la familia extendida es la principal unidad social, por lo que la combinación de gran población y baja productividad resulta en altas tasas de desempleo.

Las sociedades preindustriales se caracterizan por ser agrarias y estar estructuradas en torno a la tradición, la rutina y la autoridad.

Sociedad Industrial: la actividad predominante en este tipo de sociedades es la producción de bienes. El foco de atención se concentra en producir más con menos. La energía y las máquinas multiplican los resultados por hora/trabajo y estructuran la naturaleza del trabajo. La división de las labores es la ley operacional que crea las rutinas y la noción de trabajadores semi-calificados. El trabajo se lleva a cabo en el ambiente artificial de la industria, y las personas son quienes cuidan de las máquinas. La vida es un juego en contra de la naturaleza transformada, es un mundo de ciudades, fábricas y apartamentos. El ritmo de la vida es determinado por las máquinas y dominado por rígidos horarios de trabajo y el reloj.

Las sociedades industriales son un mundo lleno de calendarios, horarios y programas con una aguda conciencia sobre el valor del tiempo (“tiempo es dinero”). El estándar de vida se mide por la cantidad de bienes. Pero nótese que la complejidad de coordinar la producción y distribución de bienes da como resultado la creación de grandes organizaciones burocráticas y jerarquizadas. Estas organizaciones tienen designados ciertos roles para sus miembros, por lo que sus operaciones tienden a volverse impersonales y las personas son tratadas como objetos. El individuo es la unidad social principal y la presión de la vida industrializada es suavizada por la fuerza de los sindicatos.

Sociedad Post-Industrial: Mientras que en la sociedad industrial el estándar de vida se mide por la cantidad de bienes, la sociedad post-industrial se preocupa por la calidad de vida y el estándar se mide por los servicios tales como: salud, educación y recreación. La figura principal son los profesionales porque lejos de la energía y la fuerza física, la información es el recurso clave. La vida es un juego que se juega entre personas. La vida social se vuelve más compleja porque se multiplican los reclamos políticos y los derechos sociales. La sociedad está consciente de que las acciones individuales combinadas pueden crear estragos para todos, como se ha visto en el tráfico y la contaminación ambiental. La comunidad se convierte en la unidad social principal.



Según Bell la transformación de un tipo de sociedad a otra puede darse de diversas maneras, sin embargo, Ernest Engel citado en Fitzsimmons y Fitzsimmons (2006) observó que cuando una familia incrementa sus ingresos el porcentaje que gasta en comida y bienes duraderos disminuye mientras que el consumo de servicios que reflejan el deseo de mejorar la calidad de vida incrementan correspondientemente. Situación análoga a la mencionada por Abraham Maslow en su jerarquía de las necesidades (Pirámide de Maslow), en la que menciona que una vez que los requerimientos básicos de alimentación y refugio están satisfechos las personas buscan bienes físicos y finalmente su desarrollo personal.

La educación superior se convierte entonces en una condición esencial para entrar a las sociedades post-industriales, quienes requieren habilidades técnicas y profesionales de sus pobladores. Los reclamos por más servicios y justicia social conllevan un crecimiento del gobierno.

Guatemala concretamente, es una sociedad pre-industrial, en la que la mayor parte de la fuerza laboral se dedica a la agricultura. La principal fuente de ingresos es la agricultura y nuestra economía se basa en productos como el café, la caña de azúcar, el té de limón, entre otros. Por esta razón los ingresos de los guatemaltecos dependen de las variaciones climáticas y de la fluctuación de los precios de los productos principales en el mercado mundial.

Las familias rurales son grandes y viven en condiciones de pobreza y extrema pobreza, la productividad del país es baja y hay poca evidencia de tecnología, lo que aunado a la gran población y lo poco calificado de la mano de obra, ha conllevado altas tasas de desempleo y la explotación por parte de multinacionales en las que nuestra gente es utilizada como mano de obra barata.

Por todo lo anterior, Guatemala requiere de acciones que permitan pasar de ser un país agrícola a ser un país que preste servicios.

Al hablar de ser una sociedad que presta servicios, este término crea mucha confusión pues gran cantidad de personas consideran que *servicio* es sinónimo de *esclavitud*. Sin embargo, el sector servicios no puede ser visto únicamente como una serie de trabajos de bajo sueldo y que requieren de poca destreza como tenderos o empleados de comida rápida. El sector servicios -el cual ha crecido significativamente en los últimos 50 años- incluye una serie de trabajos misceláneos en como: servicios de salud, educación, servicios profesionales, etc.

Los cambios en el patrón de empleos de un país pueden tener implicaciones en dónde y cómo viven las personas, en los requerimientos educativos, y consecuentemente en el tipo de organizaciones que serán importantes para esta sociedad. El ser un país centrado en servicios, permitirá el paso de trabajadores descalificados a trabajadores de cuello blanco, ya que el mayor crecimiento se sentirá en la necesidad de personas para puestos gerenciales o profesionales en distintos campos, los cuales son trabajos que requieren de educación universitaria.



Es por todo esto que los servicios representan una gran oportunidad de cambio y crecimiento. Por lo mismo, los servicios están pasando por una transformación del concepto tradicional de transacción del servicio a una experiencia de servicio. Para que un servicio pueda transformarse en una experiencia de servicio, la experiencia debe crear un valor agregado atrayendo y conectando al cliente de una manera personal y memorable. El diseño de una experiencia de servicio está basado en cinco principios:

- Ponga un tema a la experiencia
- Armonice la impresión con entradas positivas
- Elimine las entradas negativas
- Mezcle objetos de interés
- Comprometa los cinco sentidos

1.1.2. El servicio de los Call Centers

Se entiende por Call Center *el conjunto de recursos (equipos de comunicación, empleados, computadoras, etc.) que permiten la entrega de un servicio vía telefónica.* (Avramidis y Ecuyer, 2005, p. 144).

Por su parte, Gans et al. (2003), define un Call Center como una *instalación diseñada para soportar la entrega de un servicio interactivo de comunicación vía telefónica. Típicamente incluye un local o espacio de oficina compuesto por múltiples estaciones de trabajo atendidas por agentes que hacen y reciben llamadas.*

La operación de un Call Center moderadamente sofisticado, requiere equipo avanzado de computación y telecomunicaciones. Este equipo permite que generalmente una llamada entrante conecte la Red Telefónica de Servicio Público (Public Service Telephone Network-PSTN) con el interruptor del Call Center (the Private Branch Exchange-PBX), que puede ser un número rentado o propio.

Una llamada entrante es aquella iniciada por el cliente quien llama al Call Center. Un cliente puede ser bloqueado-recibir una señal de ocupado- si todas las líneas telefónicas del centro están ocupadas en el momento en que llama.

Al principio, las llamadas pueden ser conectadas hacia una Unidad de Respuesta de Voz Interactiva (Interactive Voice Response Unit-IVR) en la que utilizando su teclado, quienes llaman pueden seleccionar opciones o incluso proveer de algunos datos al sistema.

La última generación de IVR's posee tecnología de reconocimiento de voz, por lo que pueden interpretar comandos complejos, de tal manera que los clientes pueden realizar un auto-servicio.



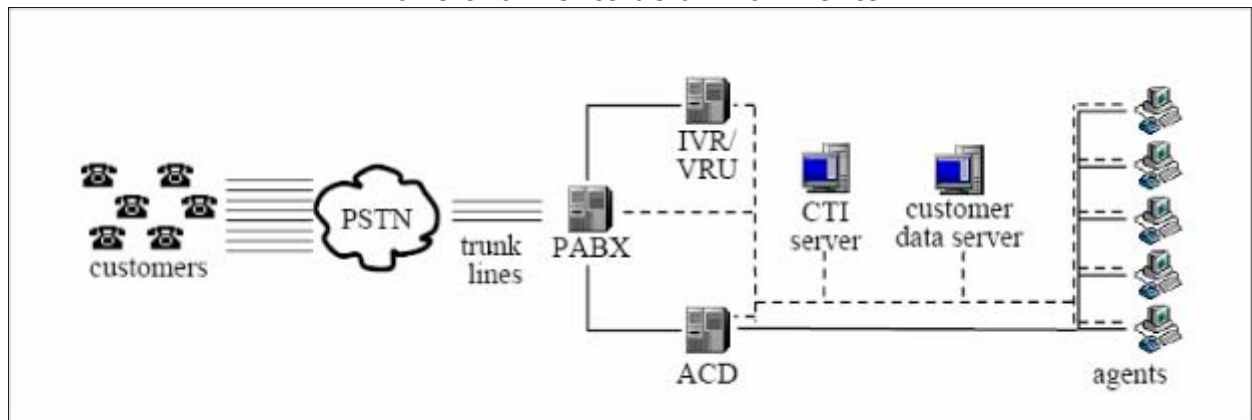
Sin embargo, si quien llama necesita hablar con un agente, la llamada es transferida del IVR a un Distribuidor Automatizado de Llamada (Automated Call Distributor-ACD). El ACD es un switch especialmente diseñado para rutear o direccionar cada llamada hacia un agente específico, si un agente calificado no está disponible, la llamada se pone en espera. La persona que llama y es puesta en espera puede abandonar la llamada sin haber recibido el servicio.

El ACD además de rutear las llamadas internas es también el responsable de monitorear el estado del Agente, recopilar los datos, dirigir colas en posición fija y hacer las decisiones de direccionamiento potencialmente complicadas. Por ejemplo, en los call centers que emplean el ruteo basado en habilidades, un proceso complejo de toma de decisiones es utilizado para hacer coincidir a quien llama con determinado agente, basados en múltiples criterios que conciernen al que llama y a los agentes.

Adicionalmente al sistema telefónico, un agente de Call Center usualmente está conectado a una terminal (computadora) que está conectada a una o más de las aplicaciones de la empresa, éstas se clasifican generalmente dentro de la categoría general de Administración de la Relación con el Cliente (Customer Relationship Management - CRM).

En los Call Centers menos sofisticados -los que tienen un bajo volumen de llamadas- el sistema de telecomunicaciones y el sistema de procesamiento de información están completamente separados, pero los Call Center moderadamente sofisticados utilizan alguna forma de Integración de la Telefonía y la Computación (Computer Telephony Integration - CTI). Los CTI permiten que la información pase hacia atrás y hacia adelante entre ambos sistemas.

FIGURA 1
Funcionamiento de un Call Center



Fuente: Tomado de Gans et. al.

*PSTN = Public switch telephone network,
PBX = Private automatic branch exchange,
IVR/VRU=Interactive voice response unit,
ACD=Automatic call distributor,
CTI = Computer telephone integration,
CSR = Customer service representative.*



Además del Call Center Tradicional, en el que las llamadas entrantes pueden ser atendidas por cualquier operador, existen los Multi-Skill Call Center y los Blend Center.

En los **Multi-Skill Call Center** se distinguen varios tipos de llamadas (o habilidades) y se diferencian los agentes dependiendo del grupo de habilidades al que pertenecen, es decir, dependiendo del tipo de llamadas que pueden manejar satisfactoriamente. Para esto se utilizan los Skilled-based routing (SBR) o el direccionamiento que se refiere a las reglas que son programadas en el ACD y que controlan en tiempo real la asignación del agente a la llamada o de la llamada al agente.

Por su parte, un **Blend Center** es aquel en el que las llamadas entrantes (inbound) se mezclan con las llamadas salientes (outbound), es decir, las llamadas que son iniciadas por un agente hacia un cliente.

Actualmente, se utiliza mucho la extensión de un Call Center a un **Contact Center**, en el cual el servicio al cliente es mejorado a través de la utilización de otros medios de comunicación como lo son el e-mail, fax o chat.

Como se puede observar, la variedad de Call Center ha permitido que se incremente su utilización para diversos fines. Algunas de las aplicaciones principales para las que se utilizan los Call Centers son: telemarketing, servicio al cliente, escritorio de ayuda y soporte, despacho de emergencias, información, etc.

Por lo mismo, los Call Centers se han convertido en un componente importante de la economía mundial. Alrededor del 3% de la fuerza de trabajo de los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, trabaja en un Call Center. (Call Center News Service, 2001)

En Guatemala la industria de los Call Centers es relativamente nueva, sin embargo, el sector privado empieza a despertar el interés en explotar el potencial que guarda el país para convertirse en el proveedor de este servicio y poder competir a nivel internacional contra la India, quien actualmente es la mejor referencia a este respecto (Quinto, 2007).

Según Tulio García, presidente de la Asociación Gremial de Exportadores (Agexport) citado en Quinto (2007), existe la estimación que contempla que operar un call center en Guatemala, es tres veces más barato que en los Estados Unidos de Norteamérica.

Actualmente existen en Guatemala dos clases de Call Centers: los **inhouse** cuando las empresas nacionales gestionan su propio servicio y los **outsourcing** que prestan servicio a empresas internacionales. Para satisfacer el segundo tipo de Call Centers, la Comisión de Servicios propuso la instalación de escuelas de inglés que permitan que la población aprenda el idioma y pueda ser contratada en este tipo de empresas.

De acuerdo con Guillermo Montano, gerente general de Transactel, citado en esta misma publicación, la industria de los Call Centers en Guatemala generó en el 2006 ingresos por U\$40,000 millones, aportando aproximadamente 5 mil empleos a la economía guatemalteca.



Por el reciente, variado e incrementado uso que se hace actualmente de los Call Centers -a nivel nacional y mundial- es necesario estudiarlos de manera que puedan ser mejor utilizados y aprovechados, pues ha pesar de que cada vez más compañías los usan y los avances tecnológicos han reducido sus costos de operación, son muy pocas las personas y/o empresas que tienen experiencia en su administración.

Por lo mismo, cada vez que se desea iniciar o mejorar un Call Center se presentan los mismos problemas e interrogantes básicos ¿cuántos agentes contratar? ¿a qué horas? ¿de qué manera lograr que se mantengan niveles deseados de servicio?, entre otras.

1.1.3. Indicadores de desempeño en la operación de un Call Center

Este último cuestionamiento responde directamente a uno de los puntos principales de un Call Center, que consiste en lograr el óptimo funcionamiento del mismo. Uno de los problemas principales de dirigir estos centros, es optimizar el número de agentes que hablan por teléfono con clientes y la programación de los horarios de estos agentes, bajo las restricciones de calidad del servicio y horarios admisibles.

Existe una diversidad de indicadores de desempeño que se utilizan para medir el servicio que se brinda a través de un Call Center. Sin embargo, en el presente trabajo se seleccionaron los más representativos, los cuales se definen a continuación:

- **Nivel de Servicio (Service Level - SL):** se refiere a la cantidad de llamadas que aguardan menos del tiempo aceptable de espera (generalmente de 20 a 30 segundos), usualmente medidas por separado con base en períodos objetivos pre-seleccionados (horas, días) y en los Centros multi-skills con base en los tipos de llamada (Avramidis y Ecuyster, 2005).
- **Velocidad Promedio de Respuesta (Average Speed of Answer - ASA):** se refiere al tiempo promedio que espera quien llama para ser atendido por un agente (Robbins, Medeiros y Dum, 2006).
- **Tiempo Promedio de Atención (Handle Time - HT):** la cantidad de tiempo que pasa un cliente desde que un agente lo empieza a atender, hasta que el servicio se ha completado. Esto incluye tiempo de conversación con el usuario final, colocar al usuario final en espera, y completar la transacción luego de que el usuario final haya concluido su participación (Rockwell Software Inc., 2002).
- **Tasa de Abandono (Abandonment Percent):** se refiere al porcentaje de llamadas que abandonan sin recibir servicio alguno (Avramidis y Ecuyster, 2005).
- **Tasa de Bloqueo (Blocking Percent):** el número de clientes bloqueados dividido entre la cantidad de llamadas generadas (Rockwell Software Inc., 2002).



1.2. Simulación

1.2.1. Sistemas y Modelos

El concepto de sistemas juega un rol importante en el punto de vista moderno del mundo. La idea fundamental de pensar al mundo en términos de sistemas y de utilizar la aproximación a los sistemas para resolver problemas, está integrada en la forma de vida contemporánea. Por lo mismo, los ingenieros deben contar con un pensamiento sistémico que les permita comprender, analizar y estudiar los diferentes sistemas que los rodean, comprendiendo que el sistema total es más que la suma de sus partes.

La Teoría General de Sistemas fue concebida por Ludwing von Bertalanffy en la década de 1940, con el fin de constituir un modelo práctico para conceptualizar los fenómenos que la reducción mecanicista que la ciencia clásica no podía explicar. Bertalanffy (1991) buscaba formular y derivar los principios que eran válidos para todos los sistemas en general. Esta teoría ha evolucionado de forma tal que actualmente es aplicable a todos los campos de estudio. Por lo mismo, es necesario definir concretamente qué es un sistema y profundizar en la clasificación de los mismos.

Sistema: Es un conjunto de elementos en interacción dinámica en el que el estado de cada elemento está determinado por el estado de cada uno de los demás que lo configuran. Complejo de componentes interactuantes, conceptos característicos de totalidades organizadas, tales como: interacción, suma, mecanización, centralización, competencia, finalización y su aplicación a fenómenos concretos. Se considera además a todo organismo viviente como un sistema abierto, con una continua asimilación y eliminación de elementos que buscan mantenerse en un estado de homeostasis o equilibrio (Bertalanffy 1991).

Por su parte, Guasch, Piera, Casanovas y Figueras (2005) entienden un sistema como la colección de objetos o entidades que interactúan entre sí para alcanzar un cierto objetivo.

Estado de un Sistema: conjunto mínimo de variables necesarias para caracterizar o describir todos aquellos aspectos de interés del sistema en un cierto instante de tiempo. (Guasch, et al., 1995). Estas variables se denominan *variables de estado*.

Tomando en cuenta la relación entre la evolución de las propiedades de interés y la variable independiente tiempo, los sistemas pueden clasificarse según Guasch et al. (1995) de la siguiente manera:

- **Sistemas Continuos:** en estos sistemas las variables de estado del sistema evolucionan de modo continuo a lo largo del tiempo.
- **Sistemas Discretos:** se caracterizan por que las propiedades de interés del sistema cambian únicamente en un cierto instante o secuencia de instantes, y permanecen constantes el resto del tiempo. La secuencia de instantes obedece a un patrón periódico.



- **Sistemas orientados a eventos discretos:** al igual que en los sistemas discretos las propiedades de interés del sistema cambian únicamente en una secuencia de instantes de tiempo. La secuencia de instantes en los cuales el estado del sistema puede presentar un cambio obedece a un patrón aleatorio.
- **Sistemas Combinados:** son aquellos que combinan subsistemas cuyas dinámicas responden a características continuas y discretas.

Asimismo, la conceptualización y el desarrollo de modelos han jugado un papel importante en la actividad intelectual de la humanidad desde que el hombre empezó a tratar de entender y manipular su ambiente. Las personas han utilizado siempre los modelos para representar y expresar ideas y objetos ya que uno de los elementos mayormente requeridos para atacar los problemas es la construcción y el uso de modelos. El progreso y la historia de la ciencia y la ingeniería se reflejan en el progreso de la habilidad para desarrollar y utilizar los modelos.

Modelo: objeto o concepto que se utiliza para representar cualquier otra entidad compleja (sistema). Mediante un proceso de abstracción se muestran en un formato adecuado las características de interés de un objeto (sistema) real o hipotético (Guasch, et al., 1995).

Modelo del Sistema: se refiere a la descripción de las características de interés de un sistema. El modelo de un sistema facilita explicar, comprender, cambiar, preservar, prever y posiblemente controlar el comportamiento del mismo. (Guasch, et al., 1995)

Modelado: proceso de abstracción para obtener esta descripción. (Guasch, et al., 1995)

Según este autor para el desarrollo de un modelo es necesario tomar en cuenta un conjunto de consideraciones a fin de garantizar la representación eficiente del sistema real, entre las cuales se puede mencionar:

- Un modelo se desarrolla siempre a partir de una serie de aproximaciones e hipótesis y, consecuentemente, representa tan sólo parcialmente la realidad.
- Un modelo se construye para una finalidad específica y debe ser formulado para que sea útil a dicho fin.
- Un modelo tiene que ser un compromiso entre la simplicidad y la necesidad de recoger todos los aspectos esenciales del sistema en estudio.

Por lo que un buen modelo debe representar adecuadamente aquellas características del sistema que son de interés y ser una representación abstracta de la realidad lo suficientemente sencilla para facilitar su mantenimiento, adaptación y reutilización.

Por lo mismo, la complejidad de un sistema se entiende como una falta de metodología y de herramientas que permitan especificar y formalizar el conocimiento que se tiene del sistema con el objetivo de desarrollar un modelo que presente un comportamiento similar al del sistema real.



Este mismo autor menciona que los modelos pueden clasificarse de diferentes formas:

- **Modelos Estáticos:** son los que suelen utilizarse para representar el sistema en un cierto instante de tiempo. En su formulación no se considera el avance del tiempo.
- **Modelos Dinámicos:** permiten deducir cómo las variables de interés del sistema en estudio evolucionan respecto al tiempo.
- **Modelos Deterministas:** modelo en el cual su nuevo estado puede ser completamente definido a partir del estado previo y sus entradas.
- **Modelos Estocásticos:** utilizan una o más variables aleatorias para formalizar las dinámicas de interés del sistema.
- **Modelos Continuos:** representan la evolución de las variables de interés de forma continua.
- **Modelos Discretos:** se caracterizan por representar la evolución de las variables de interés de forma discreta.

Partiendo de esta clasificación, se puede definir con mayor precisión la metodología en la que se fundamenta el presente estudio, la cual es:

Modelos de Simulación de Eventos Discretos: los modelos de eventos discretos son modelos dinámicos, estocásticos y discretos en los que las variables de estado cambian de valor en instantes no periódicos del tiempo sin estar dirigidos por un reloj.

Algunos conceptos de interés para este tipo de modelos son:

- **Evento:** acción instantánea que puede cambiar el estado del modelo.
- **Actividades:** tareas o acciones que tienen lugar en el sistema y se encuentran encapsuladas entre dos eventos. Tienen duración temporal y precisan del uso de recursos.
- **Entidades:** conjunto de objetos que constituyen o fluyen por el sistema. Pueden ser temporales o permanentes.
- **Entidades temporales:** objetos que se procesan en el sistema, son los objetos que llegan, se procesan y salen del sistema.
- **Recursos o entidades permanentes:** son los medios gracias a los cuales se pueden ejecutar las actividades. Definen quién o qué ejecuta la actividad.
- **Atributos:** características diferentes que pueden tener las entidades diferentes.



1.2.2. La Simulación como herramienta

La simulación se ha tornado en una técnica cada vez más utilizada en el análisis y la mejora de sistemas. Thomas y DaCosta citados en Guasch, et. al. (2005) realizaron un estudio en el que dieron a analistas de 137 grandes firmas una lista de herramientas y les preguntaron cuáles de ellas utilizaban más. Resultó que el *análisis estadístico* se ubicó con un 93% en el primer lugar, seguido por la *simulación* con el 84% y ubicada delante de técnicas clásicas de *investigación operativa*.

Esto permite demostrar que la simulación es una herramienta altamente utilizada para el estudio y la optimización de sistemas, razón por la que profundizaremos en su definición, ventajas y usos.

Simulación: técnica que permite imitar el comportamiento de un sistema real o hipotético según ciertas condiciones particulares de operación. Por lo se puede analizar, estudiar y mejorar el comportamiento de un sistema (Guasch, et. al. 2005).

Para Flores y Elizondo (2006) la simulación es una técnica de investigación o enseñanza, que reproduce en forma semejante o aproximada los eventos reales y los procesa con ciertas condiciones de prueba definidas con anterioridad.

Esta técnica experimental para resolver problemas, permite tener un modo efectivo de probar, manejar y evaluar un sistema propuesto sin tener acción directa sobre el sistema real, lo que representa ciertas ventajas, pues las técnicas de simulación pueden ser utilizadas generalmente como una metodología de trabajo barata y segura, que facilita responder muy satisfactoriamente a preguntas del tipo “¿Qué ocurriría si se realizara este cambio en...?”. Además la simulación contribuye a la reducción del riesgo inherente a la toma de decisiones, por lo que se puede experimentar sin exponer a la organización a los prejuicios de errores en el mundo real.

Asimismo, la simulación permite el trabajo con sistemas que no generan problemas sencillos de resolver o con sistemas inexistentes, facilita el control de las condiciones experimentales y posibilita comprimir largos periodos de tiempo analizando de forma inmediata el comportamiento.

Por lo que la simulación ha sido aplicada en diferentes campos como: procesos de fabricación, logística, transporte, sanidad, negocios, construcción, emergencias y servicios en general tales como: servicios públicos, gestión de restaurantes, banca, empresas de seguros, call centers, entre otros.

Existen distintos objetivos para realizar una simulación, entre los que se pueden mencionar según Flores y Elizondo (2006):

- **Desarrollo de un análisis:** se refiere a poder responder a preguntas tales como el desempeño del sistema en términos de utilización de recursos, tiempo, tasas de resultado, etc.



- **Análisis de restricciones y capacidad:** se define cuál es la capacidad de procesamiento o producción del sistema y dónde se dan los cuellos de botella.
- **Comparación de configuraciones:** permite comparar la configuración del sistema en estudio respecto a la configuración de otros sistemas, y qué tanto permite alcanzar los objetivos deseados.
- **Optimización:** analizando en qué valores para las variables de decisión pueden hacerse mejoras para alcanzar las metas.
- **Análisis de sensibilidad:** se refiere a qué variables de decisión son las más influyentes en las medidas de desempeño y cuánto influyen.
- **Visualización:** se refiere a cómo se puede visualizar de mejor manera la dinámica del sistema.

Un proyecto de simulación puede tener múltiples objetivos y dependiendo de los objetivos que se deseen alcanzar y del sistema a estudiar se puede recurrir a los distintos tipos de simulación que existen, que son:

Simulación Continua: simulaciones en las que los cambios en el estado del sistema suceden de manera continua (Hillier y Lieberman, 2005).

Simulación Discreta: simulaciones en las que los cambios en el estado del sistema suceden en puntos aleatorios del tiempo como resultado de la ocurrencia de eventos discretos. (Hillier y Lieberman, 2005).

En el caso específico de este estudio, la optimización de la operación de un Call Center requiere estudiar en detalle el sistema involucrado, por lo que los procesos de atención a clientes por teléfono pueden ser modelados como sistemas de líneas de espera. Por lo mismo, la simulación discreta ha contribuido a desarrollar el estudio de los sistemas de colas.

El aporte de la simulación discreta radica en el hecho, de que ya no es necesario modelar analíticamente la totalidad de la realidad para poder representarla (esto puede resultar demasiado complicado en algunos casos), sino que se puede intentar reproducir el comportamiento de los elementos más complejos de un sistema, para complementar un modelo matemático sencillo.

Otra ventaja de la simulación discreta, aplicada al estudio de sistemas de colas, es que permite estudiar sistemas dinámicos en el tiempo, proporcionando soluciones también dinámicas para distintos escenarios.

Considerando lo anterior, la simulación discreta se utilizará como base para desarrollar un modelo de dimensionamiento de recursos, que se ajuste a los requerimientos de un Call Center de nueva creación para brindar información turística en Guatemala.



1.2.3. Metodología de la Simulación

Distintos autores han escrito sobre los pasos a seguir para resolver problemas de simulación, sin embargo, es importante mencionar que no existe una sola manera de resolver los problemas, además, en muchas ocasiones estos pasos no se dan de forma secuencial y puede ser necesario regresar a pasos o etapas anteriores.

Al respecto Guasch et. al. (2005), propone las etapas que todo proyecto de simulación debe tener mencionando las siguientes:

- **Formulación del problema:** se define el problema que se pretende estudiar, incluye por escrito los objetivos de forma clara.
- **Diseño del modelo conceptual:** es la especificación del modelo a partir de las características de los elementos del sistema que se quiere estudiar y sus interacciones teniendo en cuenta los objetivos del problema.
- **Recolección de datos:** se debe identificar, recolectar y analizar los datos necesarios para el estudio.
- **Construcción del modelo:** es construir el modelo de simulación partiendo del modelo conceptual y de los datos.
- **Verificación y validación:** cuando se comprueba que el modelo se comporta como es de esperar y que existe la correspondencia adecuada entre el sistema real y el modelo.
- **Análisis:** se analizan los resultados de la simulación con la finalidad de detectar problemas y recomendar mejoras o soluciones.
- **Documentación:** es proporcionar la documentación sobre el trabajo efectuado.
- **Implementación:** se refiere a poner en práctica las decisiones efectuadas con el apoyo del estudio de simulación.

En el presente estudio el software utilizado para la simulación fue *Arena* versión estudiantil 7.0. Los autores de este software proponen una serie de etapas para el proceso de simulación que se resumen de la siguiente manera (Rockwell Software Inc., 2002):

- **Definición del Problema:** busca definir las metas del estudio claramente para saber cual es el propósito de éste.
- **Planeación del Proyecto:** se trata de asegurarse de contar con todos los recursos necesarios (software, información, personas) para poder llevar a cabo el proyecto según una planificación.



- **Definición del Sistema:** consiste en determinar los límites y las restricciones que se utilizarán para definir el sistema a estudiar (o proceso) e investigar a fondo la manera en que funciona el sistema.
- **Formulación del Modelo Conceptual:** consiste en desarrollar un modelo preliminar ya sea de manera gráfica o en un pseudo-código, para definir los componentes, las variables descriptivas y las interacciones que constituyen el sistema.
- **Diseño Experimental Preliminar:** seleccionar las medidas de efectividad que serán utilizadas, los factores que varían y los niveles de los factores que serán investigados, es decir, que datos necesitan ser reunidos para el modelo, en qué forma y hasta qué extensión.
- **Preparación de los Datos de Entrada:** identificar y recolectar los datos de entrada que necesita el modelo.
- **Traslado del Modelo Conceptual:** formular el modelo en el lenguaje de simulación apropiado o en el software que se va a utilizar.
- **Verificación y Validación del Modelo:** confirmar que el modelo opera de la manera que el analista lo desea, y que los datos de salida del modelo son creíbles y representativos del sistema real.
- **Diseño Experimental Final:** diseñar el experimento que proporcionará la información deseada y determinará cómo cada una de las corridas de prueba especificadas en el diseño experimental serán ejecutadas.
- **Experimentación:** ejecutar la simulación generando los datos deseados a para poder realizar el análisis de sensibilidad.
- **Análisis e Interpretación:** dibujar las inferencias de los datos generados por la simulación.
- **Implementación y Documentación:** poner los resultados en uso, registrando los hallazgos, documentando el modelo y su uso.

Tomando en cuenta ambas propuestas en el presente estudio se siguieron estas etapas y el resultado de las mismas se presenta a continuación en los capítulos 2 y 3.



2. FORMULACIÓN, MODELO CONCEPTUAL Y OBTENCIÓN DE DATOS

2.1. Formulación del problema

El aporte del turismo a la economía de Guatemala es de considerable importancia, pues tan sólo en el año 2007 representó el 3.57% del total del Producto Interno Bruto (PIB), es decir generó un ingreso de casi 1,200 millones de dólares, con lo que se pone de manifiesto la relevancia económica de la llamada "Industria sin chimenea", así como su atractivo comercial. En la Tabla 2 se muestra dicho aporte del turismo.

TABLA 2
Aporte económico del Turismo al PIB de Guatemala (en millones de Dólares)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
PIB	21,104.8	21,975.3	24,045.5	27,261.0	30,243.5	33,627.2
Ingresos Turismo	612.2	599.7	770.0	868.8	1,012.7	1,199.4
% PIB	2.90%	2.73%	3.20%	3.19%	3.35%	3.57%

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de Guatemala (BANGUAT)

Este comportamiento se puede explicar debido al dinamismo que el sector turismo ha mostrado recientemente, pues tan solo en los últimos 3 años (2005 a 2007) mostró un crecimiento anual promedio del 11.36%. Por otro lado, en los años 2006 y 2007 se superó la meta del millón y medio de turistas por año.

TABLA 3
Cantidad de Turistas que ingresaron a Guatemala en el período 2002-2007

MES	2002	2003	2004	2005	2006	2007	PROM *	2008 **
Enero	82,146	79,208	87,197	105,130	133,596	158,394	132,373	176,390
Febrero	65,543	61,228	82,455	104,403	117,279	131,815	117,832	146,791
Marzo	85,923	77,960	95,113	126,909	125,844	141,101	131,285	157,132
Abril	71,863	79,581	109,724	97,946	128,369	118,062	114,792	131,476
Mayo	61,041	59,802	83,744	98,367	96,999	110,353	101,906	122,891
Junio	63,476	62,413	105,283	109,834	117,313	131,436	119,528	146,369
Julio	91,187	87,057	121,674	129,762	140,828	150,633	140,408	167,747
Agosto	86,185	93,492	118,411	133,475	160,885	171,234	155,198	190,689
Septiembre	54,947	55,230	86,566	101,435	114,328	119,194	111,652	132,736
Octubre	66,903	62,137	99,353	93,186	111,163	119,132	107,827	132,667
Noviembre	67,309	73,919	95,245	102,269	128,573	139,592	123,478	155,452
Diciembre	87,667	88,196	96,761	113,473	126,892	137,767	126,044	153,419
Total Anual	884,190	880,223	1,181,526	1,316,189	1,502,069	1,630,719	1,482,992	1,813,760
VARIACIÓN		-0.45%	34.23%	11.40%	14.12%	8.56%	11.36%	

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT)

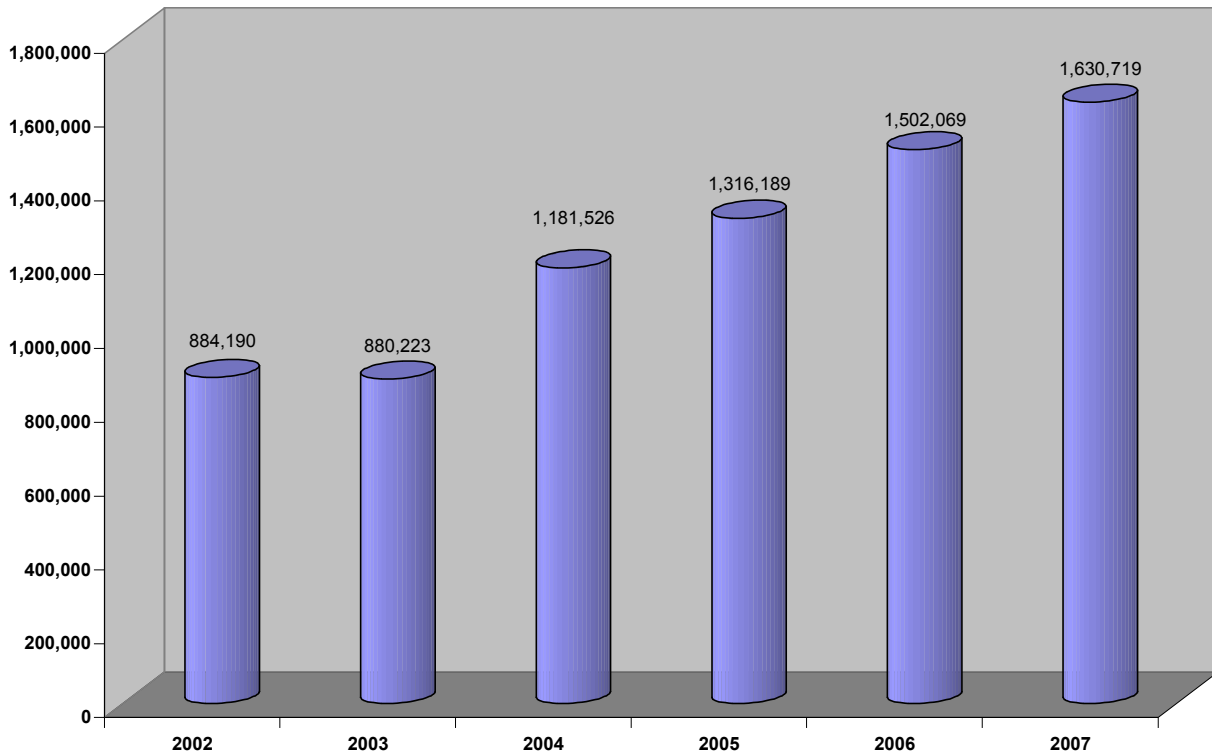
* Promedio calculado en base a los últimos tres años (2005 a 2007).

** Estimado en base al 2007 con un incremento igual al promedio de crecimiento de 2005 a 2007.



En la tabla anterior se muestra la cantidad mensual de turistas que ingresaron a Guatemala en el período 2002 a 2007, así como una estimación del año 2008. Por su parte, en la Gráfica 1 se presenta la evolución anual del turismo en Guatemala para el mismo período.

GRÁFICA 1
Crecimiento Anual del Turismo en Guatemala (2002-2007)



Fuente: Elaboración Propia con datos del Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT)

Es por ello, que atender oportunamente los requerimientos de este segmento económico genera un nicho de mercado, una oportunidad de negocio a través de: **brindar información turística y atención ciudadana mediante un centro de atención telefónica (Call Center).**

A la luz de esta tentadora importancia es como surge la iniciativa del autor por incursionar en la industria del turismo y del ocio, pues no existe para este mercado un servicio de calidad que oriente al turista, de tal suerte que se pudiera brindar una nueva opción **creativa** y atractiva para el creciente mercado del turismo en Guatemala.

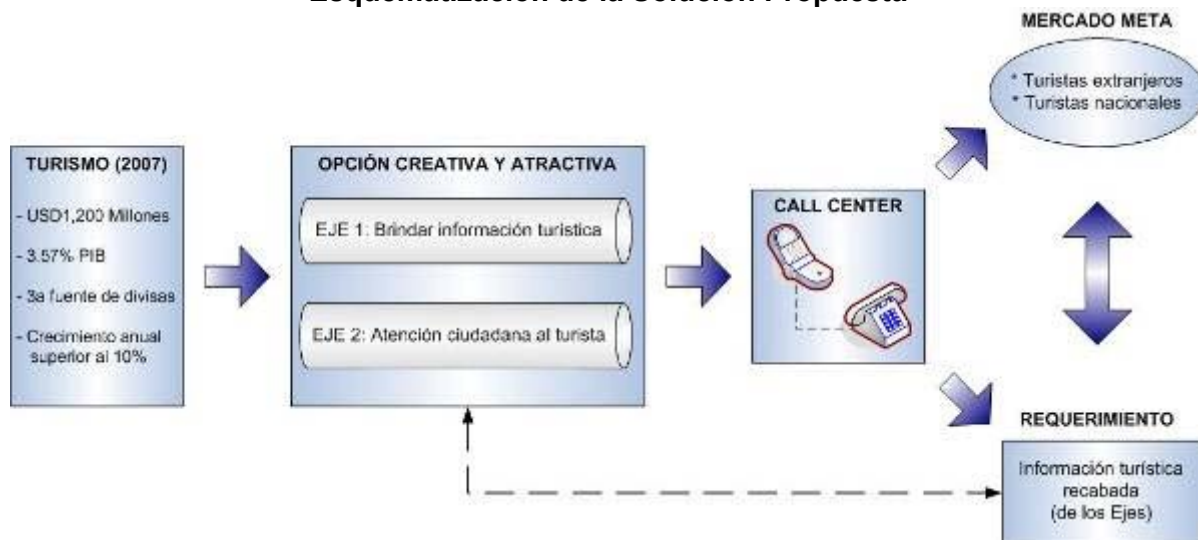
La idea se fundamenta básicamente en dos ejes: el primero de ellos, **brindar información turística**, consiste en recopilar datos (horarios, dirección, valor de ingreso, descuentos, actividades, etc.) concernientes a museos, monumentos, tours o recorridos, parques, sitios arqueológicos y otros lugares o actividades de interés.



El segundo eje consiste en apoyar con *atención ciudadana* a la población turista, es decir, asistirlos en cuanto a qué hacer en caso de: robo, extravío de papeles, enfermedad, asistencia legal, etc.; para lo cual se debe también recopilar la información relevante sobre oficinas gubernamentales, cuerpos diplomáticos, hospitales y otras instituciones útiles en caso de emergencia.

En la Figura 8 se presenta de forma esquemática, la solución propuesta para la problemática anteriormente planteada con el fin de facilitar al lector su comprensión.

FIGURA 8
Esquemática de la Solución Propuesta



Fuente: Elaboración Propia

De esa cuenta, lo que se busca desarrollar es un centro de atención telefónica que sea el punto de convergencia entre el turista y la información requerida, de tal forma que mejore y haga más agradable la experiencia turística del viajero y considere a Guatemala dentro de sus planes para futuros viajes.

Con este banco de información se puede definir entonces un servicio novedoso y competitivo por ofrecer a los turistas, tanto para los extranjeros que visiten Guatemala, como para los mismos guatemaltecos que generan turismo local.

Sin embargo, aun cuando el volumen de turistas que ingresan al país mes a mes es bastante atractivo, se debe considerar el hecho de que no todos son objeto de servicio, ya que algunos prefieren otras formas para obtener información, e incluso hay quienes no buscan la información pues llegan en algún plan con recorridos definidos. Por ello, resulta importante definir “el mercado objetivo inicial” con el fin de establecer un objetivo estratégico-operativo.

Según la Planeación Estratégica, al definir un objetivo estratégico -relacionado con el *Market Share*- para una empresa que se va a iniciar en un segmento industrial específico, se recomienda emplear del 2 hasta el 5% del total del mercado para los primeros 2 años de operación, por lo que en la Tabla 4 se muestra dicho resultado.



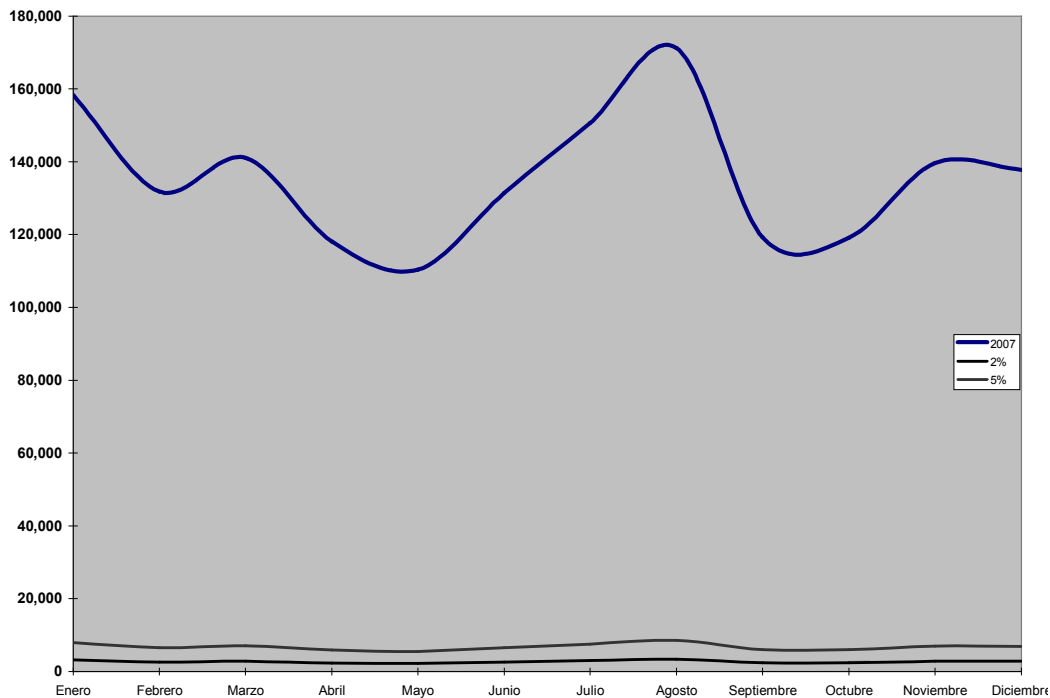
TABLA 4
Estimación del Mercado Objetivo por Mes

MES	2007	Relativo (%)	2 %	5 %
Enero	158,394	9.73%	3,168	7,920
Febrero	131,815	8.09%	2,636	6,591
Marzo	141,101	8.66%	2,822	7,055
Abril	118,062	7.25%	2,361	5,903
Mayo	110,353	6.78%	2,207	5,518
Junio	131,436	8.07%	2,629	6,572
Julio	150,633	9.25%	3,013	7,532
Agosto	171,234	10.51%	3,425	8,562
Septiembre	119,194	7.32%	2,384	5,960
Octubre	119,132	7.31%	2,383	5,957
Noviembre	139,592	8.57%	2,792	6,980
Diciembre	137,767	8.46%	2,755	6,888
Total Anual	1,630,719	100%	32,574	81,436

Fuente: Elaboración Propia

Para la elaboración de la Tabla anterior se tomó como base el año 2007 para hacer el ejercicio con datos reales y observar el tamaño del mercado objetivo si el proyecto se hubiera ejecutado para ese año. En la Gráfica 2 se presenta la tendencia que mostró el turismo para el mismo año y las tendencias del mercado objetivo para un 2 y un 5%.

GRÁFICA 2
Mercado Objetivo por Mes



Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT)



Derivado de la información anteriormente presentada, a continuación se discuten algunas observaciones importantes:

- El mes que presenta mayor movimiento durante el año 2007 es el mes de agosto con el 10.51% del total, seguido por los meses de enero y julio que representan el 9.73 y 9.25%, respectivamente.
- Por el contrario, el mes de mayo es el de menor movimiento a lo largo del año 2007 pues representa el 6.78% del total, un 35% menor que el mejor mes. Seguido, se encuentra el mes de abril con un aporte del 7.25%, que es muy similar a los meses de septiembre y octubre que representan el 7.32 y 7.31%, respectivamente.
- De la primera consideración se puede identificar que, con casi el 20% (una quinta parte) del volumen anual, el bimestre julio-agosto es el de mayor importancia para la industria del turismo en Guatemala, razón por la que en el diseño operativo del Call Center se debe poner especial cuidado en la configuración o dimensionamiento de estos meses.
- Por su parte, los bimestres abril-mayo y septiembre-octubre son los de menor movimiento con un poco más del 14% del volumen anual, por lo que para estos meses se pueden tomar decisiones diferentes relacionadas con el staff requerido.

En un sentido más concreto, lo que se desea es configurar un Call Center del tipo *Inbound* (llamadas entrantes) para atender satisfactoriamente un mercado objetivo de entre un 2 a un 5% -en sus primeros dos años de operación- del total de turistas que ingresen a Guatemala.

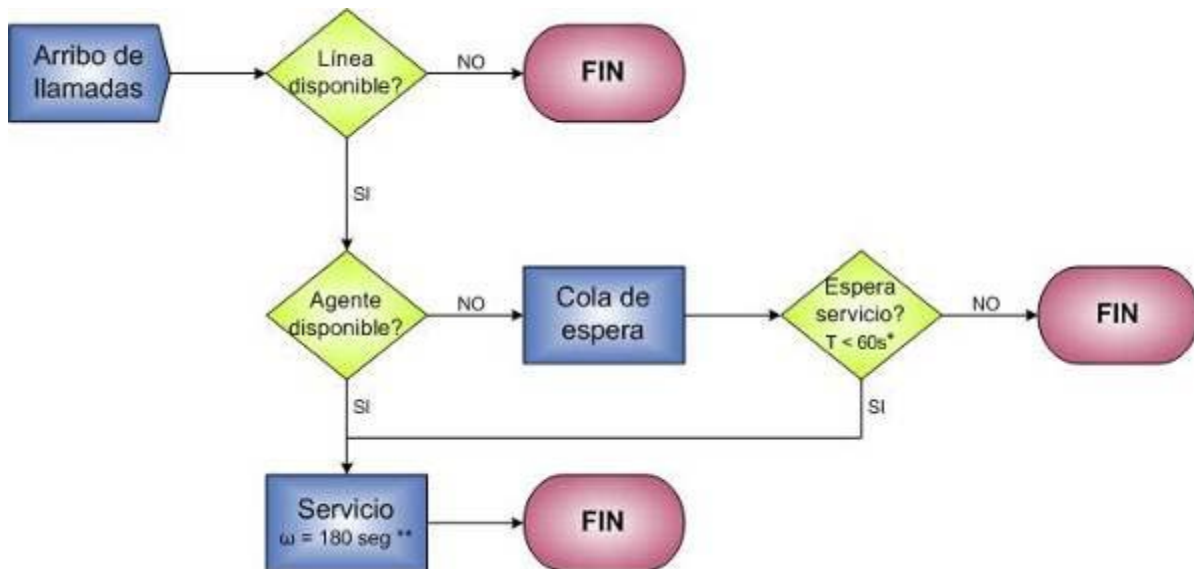
Desde luego que desarrollar el Plan de Negocio para un proyecto de este tipo lo hace aún más atractivo. Sin embargo, no es tema de esta investigación el desarrollo del mismo, sino que el estudio se limitará a generar el modelo de dimensionamiento inicial previamente mencionado.



2.2. Modelo conceptual

Parte fundamental de la Metodología de la Simulación es abstraer la problemática que se desea estudiar mediante un modelo conceptual. Por ello, a continuación se detalla el proceso básico que se diseñó para atender la llamada de un cliente dentro del Call Center, mismo que se presenta en la Figura 9.

FIGURA 9
Proceso de Servicio de un Call Center



Fuente: Elaboración Propia

* Criterio de abandono, tiempo máximo que un cliente está dispuesto a esperar para ser atendido.

** Tiempo de servicio, tiempo en el cual el cliente es atendido por un operador.

Los clientes marcan de forma independiente y aleatoria el número para conectarse al servicio (por ejemplo: 1234) y las llamadas viajan hacia el switch de la red pública telefónica, por lo que se da el *arribo de llamadas* que se comporta conforme a un proceso de *Poisson*.

En este punto ocurre un primer filtro de acuerdo a la capacidad troncal del Call Center, es decir, si la cantidad de clientes en el sistema (tanto los que están siendo atendidos como los que están en espera) es igual a la cantidad de líneas telefónicas de las que se dispone, entonces la siguiente llamada no se logrará conectar porque encontrará ocupado el sistema, situación conocida como *Bloqueo*.

Si este es el caso, el proceso termina y el cliente tiene la decisión de volver a llamar o no. De no ser así -si encuentra una línea disponible y se conecta con el sistema- entonces entra al sistema, inicia la contabilización del tiempo y pasa al siguiente filtro.



Para este filtro se evalúa la capacidad de la fuerza laboral, pues si la cantidad de agentes u operadores con que se dispone para ese período de tiempo es igual a la cantidad de clientes que están siendo atendidos, significa en primer lugar, que todos los operadores están ocupados por lo que la llamada debe ser colocada en espera.

En segundo lugar si la(s) llamada(s) que ingresaron previas a ésta también están en espera, existe entonces una cola de llamadas que aguardan por ser atendidas y que para el presente estudio se asume que se conduce bajo la disciplina *FIFO* (de las siglas en inglés *First In-First Out*, que significa *primeras en entrar-primeras en salir*).

Una vez que la llamada está en la cola de espera, se aplica entonces el tercer y último filtro, relacionado con la disponibilidad del cliente por esperar a ser atendido, un parámetro. La disponibilidad está en función de la paciencia, por lo que si no se atiende la llamada en un tiempo prudencial, el cliente colgará la llamada, situación conocida como *Abandono*. Caso contrario, el cliente será atendido cuando llegue su turno (el primero en la cola) y un operador se desocupe.

Para el presente caso, el parámetro se estableció en 60 segundos ya que en la mayoría de los casos la facturación del servicio telefónico -tanto para líneas fijas como celulares- se cobra por minuto desde que la llamada se conectó con el objetivo. Por ello, se asume que un cliente esperaría un minuto o menos para ser atendido, dado que el cobro por la llamada ya fue cargado.

Cuando la llamada logra acceder al servicio, ya sea porque uno o más operadores estaban disponibles y la llamada pasó directo o uno de éstos que se desocupó tomó la primera llamada en cola, entonces se inicia la contabilización del tiempo de atención o servicio, el cual se asume que es independiente del resto de tiempos de servicio y que siguen una distribución exponencial con media 180 segundos, según los estándares internacionales de Call Centers. Al concluir el tiempo de atención, el servicio se ha completado por lo que la llamada sale del sistema cuando el cliente cuelga.

Debido a que el sistema real no existe para obtener datos certeros y confiables, tanto para los clientes que experimentaron el fenómeno del *Bloqueo* como para aquellos que por decisión propia optaron por el *Abandono*, se asume por practicidad que no vuelven a llamar, por lo que la tasa de re-llamada en ambos casos es de 0%.

Sin embargo, luego de consultar a un experto en el tema, indicó que para un Call Center del sector financiero, se puede observar una tasa de re-llamada que supera el 90%, ya que cuando se requiere de este servicio el usuario lo busca a toda costa.



2.3. Obtención de datos

Una de las etapas más complejas pero de gran importancia en la Metodología de la Simulación es la de obtención de datos, previa a la etapa experimental. Su importancia radica en la validez del modelo para representar estadísticamente al sistema real, mientras que su complejidad se refiere a la dificultad de contar con datos históricos, ya sea porque no existen o porque no se tiene acceso a las fuentes de información clave (debido al recelo especialmente).

El presente estudio no fue la excepción, pues la dificultad para obtener los datos fue uno de los retos más grandes que se tuvieron que vencer, como pasa con la mayoría de las investigaciones con fines académicos.

Por un lado, como ya se ha mencionado, en Guatemala no existe un servicio similar al que se plantea en este trabajo y por lo mismo, no se contaba con datos históricos. Por su parte, la fuente de información de mayor utilidad accedió a brindar apoyo luego de largas negociaciones y un seguimiento exhaustivo. El servicio que proporciona dicha fuente se plantea a continuación.

A los turistas que llegan a Guatemala se les ofrece, para el período que dure su estadía, un seguro de amplia cobertura consistente en una tarjeta prepago. Dicha tarjeta contiene información breve de los servicios y la cobertura que se brinda, así como el número de emergencia al que se pueden comunicar para requerir los servicios. Este número telefónico es operado por el “*Club de Asistencia al Turista*”, un Call Center dedicado a la atención y cobertura de sus asegurados.

Es así como se identificó que la fuente podía tener algo en común o muy parecido al sistema bajo estudio, el patrón o distribución de llamadas a lo largo de la semana y durante el día. De esta cuenta, la mejor información que pudieron brindar al respecto fue la forma en que se distribuye el total de las llamadas por día de la semana (porcentaje promedio) calculado en base al último trimestre del año 2007.

Según esta fuente, el día lunes tiene un promedio del 6% del volumen total de las llamadas, el día martes un promedio del 8%, el día miércoles el 9%, el día jueves el 10%, el día viernes un 21%, el día sábado el 25% y el domingo un promedio del 22%.

Esta distribución presenta un comportamiento del que se puede observar lo siguiente:

- El día lunes es el más bajo de todos (6%), lo que se puede explicar a través de la política de mantenimiento y limpieza que la mayoría de destinos turísticos deciden ejecutar en ese día cerrando sus puertas al público, adicionalmente de ser el primer día laboral de la semana en el que los visitantes podrían estar de regreso.
- Los días martes, miércoles y jueves a pesar de mostrar un movimiento bajo, tienen una tendencia incremental en función del tiempo (día de la semana), pudiéndose deber a que aún son días laborales pero se van acercando al fin de semana.



- El 68% del volumen semanal de llamadas se concentra en los últimos 3 días de la semana, teniendo el pico máximo en el día sábado que concentra el 25%, por lo que se confirma la importancia del fin de semana para las actividades turísticas.

Inicialmente, se había pensado en un modelo que atendiera hasta 10,000 llamadas mensuales (2,500 por semana). Sin embargo, de acuerdo con el mercado objetivo presentado en la Tabla 4, se podría recibir un máximo de 3,425 y 8,562 llamadas para el 2% y el 5% de visitantes, respectivamente, encontrándose que el límite de 10,000 llamadas quedaba sobrado para algunos meses, a pesar de que lograba cubrirlos.

Por ello, se establecieron dos modelos más para adaptarse a todos los meses estimados de una mejor forma, estableciendo así los límites de 5,000 y 3,000 llamadas mensuales para cada modelo, relativo a 1,250 y 750 llamadas semanales, respectivamente. En la Tabla 5 se presenta el volumen diario máximo de llamadas, producto de la combinación de la información proporcionada por la fuente (distribución por día de la semana) y los tres modelos desarrollados.

TABLA 5
Distribución de las llamadas por día de la semana

MENSUAL	SEMANAL	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
Hasta 10,000	2,500	150	200	225	250	500	625	550
Hasta 5,000	1,250	75	100	113	125	250	313	275
Hasta 3,000	750	45	60	68	75	150	188	165
Promedio		6%	8%	9%	10%	21%	25%	22%

Fuente: Elaboración Propia con datos del Club de Asistencia al Turista

Los datos presentados en la tabla anterior se obtuvieron de la siguiente forma: del cociente del volumen mensual entre 4 semanas se obtuvo el volumen semanal. Al multiplicar el volumen semanal por el porcentaje de la distribución diaria, se obtiene el volumen para cada día de la semana en cada uno de los tres modelos.

Sin embargo, esta información no fue suficiente para organizar los datos en la forma requerida, pues también se necesitaba conocer la distribución de las llamadas durante el transcurso del día por rangos de media hora. Esto se explicará más adelante.

Para ello, se recurrió al sentido común -producto de la observación- así como considerar algunas suposiciones. En primer lugar, se tuvo que establecer el período de tiempo durante el cual se brindaría el servicio, por lo que se definió para ello un período de 10 horas de atención comprendido entre las 8:30 y las 18:30 horas.

Este obedece a que la mayoría de atractivos turísticos y establecimientos abren al público a las 9:00 horas, por lo que resultaría conveniente tener un período de tiempo previo para orientar a aquellos que les gusta llegar primero. Por su parte, el horario de cierre en la mayoría de los casos es a las 18:00 horas y se prefirió darle una cobertura de media hora más, pensando en las personas que llaman al final de la tarde para planificar el siguiente día. Esto se pudo comprobar charlando con algunos turistas.



Seguidamente, aplicando una distribución triangular debido a la falta de información, se definieron los porcentajes para la distribución de llamadas por día con el promedio de 2,000 simulaciones en Excel para cada rango de media hora. El resultado de dicho experimento para el modelo de 10,000 llamadas mensuales, así como el volumen de llamadas para cada rango horario a lo largo de la semana, se presenta en la Tabla 6.

TABLA 6
Distribución diaria hasta 10,000 llamadas mensuales

HORA	DIST. DE LLAMADAS (Porcentaje)	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	TOTAL
8:30 - 9:00	6.00%	9	12	14	15	30	38	33	150
9:00 - 9:30	9.00%	14	18	20	23	45	56	50	225
9:30 - 10:00	5.00%	8	10	11	13	25	31	28	125
10:00 - 10:30	6.00%	9	12	14	15	30	38	33	150
10:30 - 11:00	4.00%	6	8	9	10	20	25	22	100
11:00 - 11:30	3.00%	5	6	7	8	15	19	17	75
11:30 - 12:00	2.00%	3	4	5	5	10	13	11	50
12:00 - 12:30	4.00%	6	8	9	10	20	25	22	100
12:30 - 13:00	5.00%	8	10	11	13	25	31	28	125
13:00 - 13:30	6.00%	9	12	14	15	30	38	33	150
13:30 - 14:00	7.00%	11	14	16	18	35	44	39	175
14:00 - 14:30	6.00%	9	12	14	15	30	38	33	150
14:30 - 15:00	4.00%	6	8	9	10	20	25	22	100
15:00 - 15:30	3.00%	5	6	7	8	15	19	17	75
15:30 - 16:00	2.00%	3	4	5	5	10	13	11	50
16:00 - 16:30	3.00%	5	6	7	8	15	19	17	75
16:30 - 17:00	5.00%	8	10	11	13	25	31	28	125
17:00 - 17:30	6.00%	9	12	14	15	30	38	33	150
17:30 - 18:00	6.00%	9	12	14	15	30	38	33	150
18:00 - 18:30	8.00%	12	16	18	20	40	50	44	200
		150	200	225	250	500	625	550	2,500

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados se presentaron y validaron con el “Club de Asistencia al Turista” y fueron calificados como **congruentes** por las siguientes razones: el volumen de llamadas que se atiende en el primer segmento del día (8:30 a 10:00 horas) es del 20% relacionado con los turistas madrugadores, mientras que en los demás segmentos se atiende el 15% entre 10 y 12 horas para el grupo de los turistas rezagados, un 22% entre 12 y 14 horas que son los turistas que comen temprano o que quieren visitar un segundo atractivo, un 15% de 14 a 16 horas por el período de la comida que suele ser menor y el 28% restante entre 16:00 y 18:30 horas por los turistas que desean orientación para definir el plan de actividades del día siguiente.



En este período diario de servicio se establecieron dos turnos para acomodar y programar a la fuerza laboral, donde el primer turno atenderá las llamadas que ingresan al sistema de 8:30 a 13:30 horas (5 horas) y el segundo cubrirá el horario de las 13:30 a las 18:30 horas (5 horas).

El horario de cada turno se definió por dos razones importantes. La primera está relacionada con la demanda del recurso humano que representa el rango de 13:30 a 14:00 horas, superior al rango anterior, por lo que dejar el ingreso del segundo grupo en ese momento resulta conveniente para aprovechar a los agentes de ambos turnos, ya que si la demanda en ese momento lo amerita los del primer grupo podrían apoyar hasta media hora más a los agentes del segundo grupo.

La segunda está relacionada con el perfil del empleado que se busca para esta actividad, pues como lo marca la tendencia de los Call Centers en Guatemala, el segmento de los universitarios que cursan los primeros semestres resulta el ideal por el nivel de preparación y un marcado deseo de superación personal.

Bajo esta línea, para el turno matutino del Call Center se emplearán universitarios que estudien por la tarde, pues generalmente entran a estudiar a las 17:00 horas, mientras que para el turno vespertino se recurrirá a universitarios que estudian por la mañana que generalmente concluyen estudios a las 12 horas, razón por la que se les debe dar una holgura de tiempo para comer y desplazarse de la Universidad al Call Center.

Para elaborar las Tablas 7 y 8 se recurrió a la Teoría Básica de colas que dice: en un modelo $M/M/s$ se supone que todos los *tiempos entre llegadas* son independientes e idénticamente distribuidos de acuerdo a una distribución exponencial (es decir, el proceso de entrada es Poisson), que todos los *tiempos de servicio* son independientes e idénticamente distribuidos de acuerdo a otra distribución exponencial y que el número de servidores es s (cualquier entero positivo). En consecuencia, este modelo es sólo un caso especial del proceso de nacimiento y muerte cuando la *tasa media de llegadas* al sistema de colas (λ) y la *tasa media de servicio por servidor ocupado* (μ) son constantes e independientes del estado del sistema (Hillier y Lieberman, 2005).

Para dicho cálculo se consideró la ecuación de estado estable para este modelo de colas que presenta Hillier y Lieberman (2005):

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}, \quad \text{Donde:}$$

- ρ = Factor de utilización de servidor
- λ = Tasa media de llegadas
- μ = Tasa media de servicio
- s = Número de servidores (agentes)

Sin embargo, como lo que se desea conocer en este caso es el número de agentes, se despejó la fórmula en función de s quedando de la siguiente manera:

$$s = \frac{\lambda}{\rho\mu}$$



Para trabajar con esta fórmula se asumió, para todo período de tiempo, que el factor de utilización de los servidores (ρ) es igual a 0.8, pues como lo indicó el experto en Call Centers consultado: *una capacidad entre el 75 y 80% por operador se considera buena, debido a lo exhaustivo del trabajo y la variación en la tasa de arribo de las llamadas.*

Para el cálculo del número teórico de operadores que se necesitan en cada período de tiempo se aplicó el mismo procedimiento, pero con el fin de ejemplificar dicha metodología a continuación se efectúa el cálculo para el primer rango horario del día lunes.

De la Tabla 6 se sabe que la cantidad de llamadas que se esperan en el horario de 8:30 a 9:00 horas del día lunes es de 9, es decir, en un lapso de 30 minutos se reciben 9 llamadas. Con esta información se puede calcular la tasa media de llegadas (λ) que es igual a 9 llamadas / 30 minutos, o lo que es igual a 0.3 llamadas por minuto.

Para la tasa media de servicio (μ) se empleó, según el estándar internacional para Call Centers, el tiempo medio de atención (Average Handling Time) que es igual a 180 segundos, lo que significa que 10 llamadas son atendidas en un lapso de 30 minutos, o en su defecto 0.33 llamadas por minuto.

Con estos datos y la utilización de la fórmula que se despejó para encontrar el número teórico de servidores necesarios (s) para satisfacer el servicio, se encuentra que:

$$s = \frac{\lambda}{\rho\mu} = \frac{0.3}{0.8 * 0.33} = 1.14$$

Pero como no se puede utilizar una fracción de persona, se escalona entonces hacia el entero próximo superior, que en este caso es 2.

Finalmente, en la columna llamada *Max* se calcula el número máximo de operadores que se necesita por turno, para identificar con mayor facilidad la mayor demanda de recurso humano requerida por cada turno.

A continuación, se presenta en las Tablas 7 y 8 el cálculo teórico de los operadores requeridos para cada rango horario de 30 minutos, por turno y por día de la semana, para el modelo ideal de hasta 10,000 llamadas mensuales, o en su defecto 2,500 llamadas semanales.

Vale la pena mencionar que a nivel mundial, para el análisis del volumen de llamadas a lo largo de la semana, los tomadores de decisiones de los Call Centers organizan la información en rangos de tiempo con amplitud de una hora ó 30 minutos, siendo los últimos los más usados y recomendados porque mejoran la precisión de los datos.



TABLA 7
Dimensionamiento teórico hasta 10,000 llamadas mensuales (Lunes-Jueves)

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES			
	λ	ω	# Teórico	Max	λ	ω	# Teórico	Max	λ	ω	# Teórico	Max	λ	ω	# Teórico	Max
8:30 - 9:00	0.30	0.3	1.14	2	0.40	0.3	1.52	2	0.45	0.3	1.70	2	0.50	0.3	1.89	2
9:00 - 9:30	0.45	0.3	1.70	2	0.60	0.3	2.27	3	0.68	0.3	2.56	3	0.75	0.3	2.84	3
9:30 - 10:00	0.25	0.3	0.95	1	0.33	0.3	1.26	2	0.38	0.3	1.42	2	0.42	0.3	1.58	2
10:00 - 10:30	0.30	0.3	1.14	2	0.40	0.3	1.52	2	0.45	0.3	1.70	2	0.50	0.3	1.89	2
10:30 - 11:00	0.20	0.3	0.76	1	0.27	0.3	1.01	2	0.30	0.3	1.14	2	0.33	0.3	1.26	2
11:00 - 11:30	0.15	0.3	0.57	1	0.20	0.3	0.76	1	0.23	0.3	0.85	1	0.25	0.3	0.95	1
11:30 - 12:00	0.10	0.3	0.38	1	0.13	0.3	0.51	1	0.15	0.3	0.57	1	0.17	0.3	0.63	1
12:00 - 12:30	0.20	0.3	0.76	1	0.27	0.3	1.01	2	0.30	0.3	1.14	2	0.33	0.3	1.26	2
12:30 - 13:00	0.25	0.3	0.95	1	0.33	0.3	1.26	2	0.38	0.3	1.42	2	0.42	0.3	1.58	2
13:00 - 13:30	0.30	0.3	1.14	2	0.40	0.3	1.52	2	0.45	0.3	1.70	2	0.50	0.3	1.89	2
13:30 - 14:00	0.35	0.3	1.33	2	0.47	0.3	1.77	2	0.53	0.3	1.99	2	0.58	0.3	2.21	3
14:00 - 14:30	0.30	0.3	1.14	2	0.40	0.3	1.52	2	0.45	0.3	1.70	2	0.50	0.3	1.89	2
14:30 - 15:00	0.20	0.3	0.76	1	0.27	0.3	1.01	2	0.30	0.3	1.14	2	0.33	0.3	1.26	2
15:00 - 15:30	0.15	0.3	0.57	1	0.20	0.3	0.76	1	0.23	0.3	0.85	1	0.25	0.3	0.95	1
15:30 - 16:00	0.10	0.3	0.38	1	0.13	0.3	0.51	1	0.15	0.3	0.57	1	0.17	0.3	0.63	1
16:00 - 16:30	0.15	0.3	0.57	1	0.20	0.3	0.76	1	0.23	0.3	0.85	1	0.25	0.3	0.95	1
16:30 - 17:00	0.25	0.3	0.95	1	0.33	0.3	1.26	2	0.38	0.3	1.42	2	0.42	0.3	1.58	2
17:00 - 17:30	0.30	0.3	1.14	2	0.40	0.3	1.52	2	0.45	0.3	1.70	2	0.50	0.3	1.89	2
17:30 - 18:00	0.30	0.3	1.14	2	0.40	0.3	1.52	2	0.45	0.3	1.70	2	0.50	0.3	1.89	2
18:00 - 18:30	0.40	0.3	1.52	2	0.53	0.3	2.02	3	0.60	0.3	2.27	3	0.67	0.3	2.53	3

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 8
Dimensionamiento teórico hasta 10,000 llamadas mensuales (Viernes-Domingo)

HORA	VIERNES				SABADO				DOMINGO			
	λ	ω	# Teórico	Max	λ	ω	# Teórico	Max	λ	ω	# Teórico	Max
8:30 - 9:00	1.00	0.3	3.79	4	1.25	0.3	4.73	5	1.10	0.3	4.17	5
9:00 - 9:30	1.50	0.3	5.68	6	1.88	0.3	6.94	7	1.65	0.3	6.25	7
9:30 - 10:00	0.83	0.3	3.16	4	1.04	0.3	3.86	4	0.92	0.3	3.47	4
10:00 - 10:30	1.00	0.3	3.79	4	1.25	0.3	4.63	5	1.10	0.3	4.17	5
10:30 - 11:00	0.67	0.3	2.53	3	0.83	0.3	3.09	4	0.73	0.3	2.78	3
11:00 - 11:30	0.50	0.3	1.89	2	0.63	0.3	2.31	3	0.55	0.3	2.08	3
11:30 - 12:00	0.33	0.3	1.26	2	0.42	0.3	1.54	2	0.37	0.3	1.39	2
12:00 - 12:30	0.67	0.3	2.53	3	0.83	0.3	3.09	4	0.73	0.3	2.78	3
12:30 - 13:00	0.83	0.3	3.16	4	1.04	0.3	3.86	4	0.92	0.3	3.47	4
13:00 - 13:30	1.00	0.3	3.79	4	1.25	0.3	4.63	5	1.10	0.3	4.17	5
13:30 - 14:00	1.17	0.3	4.42	5	1.46	0.3	5.40	6	1.28	0.3	4.86	5
14:00 - 14:30	1.00	0.3	3.79	4	1.25	0.3	4.63	5	1.10	0.3	4.17	5
14:30 - 15:00	0.67	0.3	2.53	3	0.83	0.3	3.09	4	0.73	0.3	2.78	3
15:00 - 15:30	0.50	0.3	1.89	2	0.63	0.3	2.31	3	0.55	0.3	2.08	3
15:30 - 16:00	0.33	0.3	1.26	2	0.42	0.3	1.54	2	0.37	0.3	1.39	2
16:00 - 16:30	0.50	0.3	1.89	2	0.63	0.3	2.31	3	0.55	0.3	2.08	3
16:30 - 17:00	0.83	0.3	3.16	4	1.04	0.3	3.86	4	0.92	0.3	3.47	4
17:00 - 17:30	1.00	0.3	3.79	4	1.25	0.3	4.63	5	1.10	0.3	4.17	5
17:30 - 18:00	1.00	0.3	3.79	4	1.25	0.3	4.63	5	1.10	0.3	4.17	5
18:00 - 18:30	1.33	0.3	5.05	6	1.67	0.3	6.17	7	1.47	0.3	5.56	6

Fuente: Elaboración Propia



Con la metodología detallada anteriormente para el modelo de 10,000 llamadas, se encontró la información necesaria para los modelos de 5,000 y 3,000 llamadas mensuales, obteniéndose de esta forma el volumen esperado de llamadas y la cantidad teórica de agentes necesarios en cada período de media hora por día de la semana.

De esta forma, la Tabla 9 presenta la distribución del volumen de llamadas por rango horario a lo largo de la semana para el modelo de 5,000 llamadas

TABLA 9
Distribución diaria hasta 5,000 llamadas mensuales

HORA	DIST. DE LLAMADAS (Porcentaje)	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	TOTAL
8:30 - 9:00	6.00%	5	6	7	8	15	19	17	75
9:00 - 9:30	9.00%	7	9	10	11	23	28	25	113
9:30 - 10:00	5.00%	4	5	6	6	13	16	14	63
10:00 - 10:30	6.00%	5	6	7	8	15	19	17	75
10:30 - 11:00	4.00%	3	4	5	5	10	13	11	50
11:00 - 11:30	3.00%	2	3	3	4	8	9	8	38
11:30 - 12:00	2.00%	2	2	2	3	5	6	6	25
12:00 - 12:30	4.00%	3	4	5	5	10	13	11	50
12:30 - 13:00	5.00%	4	5	6	6	13	16	14	63
13:00 - 13:30	6.00%	5	6	7	8	15	19	17	75
13:30 - 14:00	7.00%	5	7	8	9	18	22	19	88
14:00 - 14:30	6.00%	5	6	7	8	15	19	17	75
14:30 - 15:00	4.00%	3	4	5	5	10	13	11	50
15:00 - 15:30	3.00%	2	3	3	4	8	9	8	38
15:30 - 16:00	2.00%	2	2	2	3	5	6	6	25
16:00 - 16:30	3.00%	2	3	3	4	8	9	8	38
16:30 - 17:00	5.00%	4	5	6	6	13	16	14	63
17:00 - 17:30	6.00%	5	6	7	8	15	19	17	75
17:30 - 18:00	6.00%	5	6	7	8	15	19	17	75
18:00 - 18:30	8.00%	6	8	9	10	20	25	22	100
		75	100	113	125	250	313	275	1,250

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presentan las Tablas 10 y 11 con el cálculo teórico de los operadores requeridos para cada rango horario de 30 minutos, por turno y por día de la semana, para el modelo ideal de hasta 5,000 llamadas mensuales, o en su defecto 1,250 llamadas semanales.



TABLA 10
Dimensionamiento teórico hasta 5,000 llamadas mensuales (Lunes-Jueves)

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES			
	λ	ω	# Teórico	Max	λ	ω	# Teórico	Max	λ	ω	# Teórico	Max	λ	ω	# Teórico	Max
8:30 - 9:00	0.15	0.3	0.57	1	0.20	0.3	0.76	1	0.23	0.3	0.85	1	0.25	0.3	0.95	1
9:00 - 9:30	0.23	0.3	0.85	1	0.30	0.3	1.14	2	0.34	0.3	1.28	2	0.38	0.3	1.42	2
9:30 - 10:00	0.13	0.3	0.47	1	0.17	0.3	0.63	1	0.19	0.3	0.71	1	0.21	0.3	0.79	1
10:00 - 10:30	0.15	0.3	0.57	1	0.20	0.3	0.76	1	0.23	0.3	0.85	1	0.25	0.3	0.95	1
10:30 - 11:00	0.10	0.3	0.38	1	0.13	0.3	0.51	1	0.15	0.3	0.57	1	0.17	0.3	0.63	1
11:00 - 11:30	0.08	0.3	0.28	1	0.10	0.3	0.38	1	0.11	0.3	0.43	1	0.13	0.3	0.47	1
11:30 - 12:00	0.05	0.3	0.19	1	0.07	0.3	0.25	1	0.08	0.3	0.28	1	0.08	0.3	0.32	1
12:00 - 12:30	0.10	0.3	0.38	1	0.13	0.3	0.51	1	0.15	0.3	0.57	1	0.17	0.3	0.63	1
12:30 - 13:00	0.13	0.3	0.47	1	0.17	0.3	0.63	1	0.19	0.3	0.71	1	0.21	0.3	0.79	1
13:00 - 13:30	0.15	0.3	0.57	1	0.20	0.3	0.76	1	0.23	0.3	0.85	1	0.25	0.3	0.95	1
13:30 - 14:00	0.18	0.3	0.66	1	0.23	0.3	0.88	1	0.26	0.3	0.99	1	0.29	0.3	1.10	2
14:00 - 14:30	0.15	0.3	0.57	1	0.20	0.3	0.76	1	0.23	0.3	0.85	1	0.25	0.3	0.95	1
14:30 - 15:00	0.10	0.3	0.38	1	0.13	0.3	0.51	1	0.15	0.3	0.57	1	0.17	0.3	0.63	1
15:00 - 15:30	0.08	0.3	0.28	1	0.10	0.3	0.38	1	0.11	0.3	0.43	1	0.13	0.3	0.47	1
15:30 - 16:00	0.05	0.3	0.19	1	0.07	0.3	0.25	1	0.08	0.3	0.28	1	0.08	0.3	0.32	1
16:00 - 16:30	0.08	0.3	0.28	1	0.10	0.3	0.38	1	0.11	0.3	0.43	1	0.13	0.3	0.47	1
16:30 - 17:00	0.13	0.3	0.47	1	0.17	0.3	0.63	1	0.19	0.3	0.71	1	0.21	0.3	0.79	1
17:00 - 17:30	0.15	0.3	0.57	1	0.20	0.3	0.76	1	0.23	0.3	0.85	1	0.25	0.3	0.95	1
17:30 - 18:00	0.15	0.3	0.57	1	0.20	0.3	0.76	1	0.23	0.3	0.85	1	0.25	0.3	0.95	1
18:00 - 18:30	0.20	0.3	0.76	1	0.27	0.3	1.01	2	0.30	0.3	1.14	2	0.33	0.3	1.26	2

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 11
Dimensionamiento teórico hasta 5,000 llamadas mensuales (Viernes-Domingo)

HORA	VIÉRNES				SABADO				DOMINGO			
	λ	ω	# Teórico	Max	λ	ω	# Teórico	Max	λ	ω	# Teórico	Max
8:30 - 9:00	0.50	0.3	1.89	2	0.63	0.3	2.37	3	0.55	0.3	2.08	3
9:00 - 9:30	0.75	0.3	2.84	3	0.94	0.3	3.55	4	0.83	0.3	3.13	4
9:30 - 10:00	0.42	0.3	1.58	2	0.52	0.3	1.97	2	0.46	0.3	1.74	2
10:00 - 10:30	0.50	0.3	1.89	2	0.63	0.3	2.37	3	0.55	0.3	2.08	3
10:30 - 11:00	0.33	0.3	1.26	2	0.42	0.3	1.58	2	0.37	0.3	1.39	2
11:00 - 11:30	0.25	0.3	0.95	1	0.31	0.3	1.18	2	0.28	0.3	1.04	2
11:30 - 12:00	0.17	0.3	0.63	1	0.21	0.3	0.79	1	0.18	0.3	0.69	1
12:00 - 12:30	0.33	0.3	1.26	2	0.42	0.3	1.58	2	0.37	0.3	1.39	2
12:30 - 13:00	0.42	0.3	1.58	2	0.52	0.3	1.97	2	0.46	0.3	1.74	2
13:00 - 13:30	0.50	0.3	1.89	2	0.63	0.3	2.37	3	0.55	0.3	2.08	3
13:30 - 14:00	0.58	0.3	2.21	3	0.73	0.3	2.76	3	0.64	0.3	2.43	3
14:00 - 14:30	0.50	0.3	1.89	2	0.63	0.3	2.37	3	0.55	0.3	2.08	3
14:30 - 15:00	0.33	0.3	1.26	2	0.42	0.3	1.58	2	0.37	0.3	1.39	2
15:00 - 15:30	0.25	0.3	0.95	1	0.31	0.3	1.18	2	0.28	0.3	1.04	2
15:30 - 16:00	0.17	0.3	0.63	1	0.21	0.3	0.79	1	0.18	0.3	0.69	1
16:00 - 16:30	0.25	0.3	0.95	1	0.31	0.3	1.18	2	0.28	0.3	1.04	2
16:30 - 17:00	0.42	0.3	1.58	2	0.52	0.3	1.97	2	0.46	0.3	1.74	2
17:00 - 17:30	0.50	0.3	1.89	2	0.63	0.3	2.37	3	0.55	0.3	2.08	3
17:30 - 18:00	0.50	0.3	1.89	2	0.63	0.3	2.37	3	0.55	0.3	2.08	3
18:00 - 18:30	0.67	0.3	2.53	3	0.83	0.3	3.16	4	0.73	0.3	2.78	3

Fuente: Elaboración Propia



La Tabla 12 presenta la distribución del volumen de llamadas por rango horario a lo largo de la semana para el modelo de 3,000 llamadas mensuales.

TABLA 12
Distribución diaria hasta 3,000 llamadas mensuales

HORA	DIST. DE LLAMADAS (Porcentaje)	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	TOTAL
8:30 - 9:00	6.00%	3	4	4	5	9	11	10	45
9:00 - 9:30	9.00%	4	5	6	7	14	17	15	68
9:30 - 10:00	5.00%	2	3	3	4	8	9	8	38
10:00 - 10:30	6.00%	3	4	4	5	9	11	10	45
10:30 - 11:00	4.00%	2	2	3	3	6	8	7	30
11:00 - 11:30	3.00%	1	2	2	2	5	6	5	23
11:30 - 12:00	2.00%	1	1	1	2	3	4	3	15
12:00 - 12:30	4.00%	2	2	3	3	6	8	7	30
12:30 - 13:00	5.00%	2	3	3	4	8	9	8	38
13:00 - 13:30	6.00%	3	4	4	5	9	11	10	45
13:30 - 14:00	7.00%	3	4	5	5	11	13	12	53
14:00 - 14:30	6.00%	3	4	4	5	9	11	10	45
14:30 - 15:00	4.00%	2	2	3	3	6	8	7	30
15:00 - 15:30	3.00%	1	2	2	2	5	6	5	23
15:30 - 16:00	2.00%	1	1	1	2	3	4	3	15
16:00 - 16:30	3.00%	1	2	2	2	5	6	5	23
16:30 - 17:00	5.00%	2	3	3	4	8	9	8	38
17:00 - 17:30	6.00%	3	4	4	5	9	11	10	45
17:30 - 18:00	6.00%	3	4	4	5	9	11	10	45
18:00 - 18:30	8.00%	4	5	5	6	12	15	13	60
TOTAL		45	60	68	75	150	188	165	750

Fuente: Elaboración Propia

En las Tablas 13 y 14 se presentan los cálculos efectuados para obtener el número teórico de operadores requeridos para cada rango horario de 30 minutos, por turno y por día de la semana, para el modelo ideal de hasta 3,000 llamadas mensuales, o en su defecto 750 llamadas semanales.



TABLA 13
Dimensionamiento teórico hasta 3,000 llamadas mensuales (Lunes-Jueves)

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES			
	λ	ω	# Teórico	Max	λ	ω	# Teórico	Max	λ	ω	# Teórico	Max	λ	ω	# Teórico	Max
8:30 - 9:00	0.09	0.3	0.34	1	0.12	0.3	0.45	1	0.14	0.3	0.51	1	0.15	0.3	0.57	1
9:00 - 9:30	0.14	0.3	0.51	1	0.18	0.3	0.68	1	0.20	0.3	0.77	1	0.23	0.3	0.85	1
9:30 - 10:00	0.08	0.3	0.28	1	0.10	0.3	0.38	1	0.11	0.3	0.43	1	0.13	0.3	0.47	1
10:00 - 10:30	0.09	0.3	0.34	1	0.12	0.3	0.45	1	0.14	0.3	0.51	1	0.15	0.3	0.57	1
10:30 - 11:00	0.06	0.3	0.23	1	0.08	0.3	0.30	1	0.09	0.3	0.34	1	0.10	0.3	0.38	1
11:00 - 11:30	0.05	0.3	0.17	1	0.06	0.3	0.23	1	0.07	0.3	0.26	1	0.08	0.3	0.28	1
11:30 - 12:00	0.03	0.3	0.11	1	0.04	0.3	0.15	1	0.05	0.3	0.17	1	0.05	0.3	0.19	1
12:00 - 12:30	0.06	0.3	0.23	1	0.08	0.3	0.30	1	0.09	0.3	0.34	1	0.10	0.3	0.38	1
12:30 - 13:00	0.08	0.3	0.28	1	0.10	0.3	0.38	1	0.11	0.3	0.43	1	0.13	0.3	0.47	1
13:00 - 13:30	0.09	0.3	0.34	1	0.12	0.3	0.45	1	0.14	0.3	0.51	1	0.15	0.3	0.57	1
13:30 - 14:00	0.11	0.3	0.40	1	0.14	0.3	0.53	1	0.16	0.3	0.60	1	0.18	0.3	0.66	1
14:00 - 14:30	0.09	0.3	0.34	1	0.12	0.3	0.45	1	0.14	0.3	0.51	1	0.15	0.3	0.57	1
14:30 - 15:00	0.06	0.3	0.23	1	0.08	0.3	0.30	1	0.09	0.3	0.34	1	0.10	0.3	0.38	1
15:00 - 15:30	0.05	0.3	0.17	1	0.06	0.3	0.23	1	0.07	0.3	0.26	1	0.08	0.3	0.28	1
15:30 - 16:00	0.03	0.3	0.11	1	0.04	0.3	0.15	1	0.05	0.3	0.17	1	0.05	0.3	0.19	1
16:00 - 16:30	0.05	0.3	0.17	1	0.06	0.3	0.23	1	0.07	0.3	0.26	1	0.08	0.3	0.28	1
16:30 - 17:00	0.08	0.3	0.28	1	0.10	0.3	0.38	1	0.11	0.3	0.43	1	0.13	0.3	0.47	1
17:00 - 17:30	0.09	0.3	0.34	1	0.12	0.3	0.45	1	0.14	0.3	0.51	1	0.15	0.3	0.57	1
17:30 - 18:00	0.09	0.3	0.34	1	0.12	0.3	0.45	1	0.14	0.3	0.51	1	0.15	0.3	0.57	1
18:00 - 18:30	0.12	0.3	0.45	1	0.16	0.3	0.61	1	0.18	0.3	0.68	1	0.20	0.3	0.76	1

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 14
Dimensionamiento teórico hasta 3,000 llamadas mensuales (Viernes-Domingo)

HORA	VIERNES				SABADO				DOMINGO			
	λ	ω	# Teórico	Max	λ	ω	# Teórico	Max	λ	ω	# Teórico	Max
8:30 - 9:00	0.30	0.3	1.14	2	0.38	0.3	1.42	2	0.33	0.3	1.25	2
9:00 - 9:30	0.45	0.3	1.70	2	0.56	0.3	2.13	3	0.50	0.3	1.88	2
9:30 - 10:00	0.25	0.3	0.95	1	0.31	0.3	1.18	2	0.28	0.3	1.04	2
10:00 - 10:30	0.30	0.3	1.14	2	0.38	0.3	1.42	2	0.33	0.3	1.25	2
10:30 - 11:00	0.20	0.3	0.76	1	0.25	0.3	0.95	1	0.22	0.3	0.83	1
11:00 - 11:30	0.15	0.3	0.57	1	0.19	0.3	0.71	1	0.17	0.3	0.63	1
11:30 - 12:00	0.10	0.3	0.38	1	0.13	0.3	0.47	1	0.11	0.3	0.42	1
12:00 - 12:30	0.20	0.3	0.76	1	0.25	0.3	0.95	1	0.22	0.3	0.83	1
12:30 - 13:00	0.25	0.3	0.95	1	0.31	0.3	1.18	2	0.28	0.3	1.04	2
13:00 - 13:30	0.30	0.3	1.14	2	0.38	0.3	1.42	2	0.33	0.3	1.25	2
13:30 - 14:00	0.35	0.3	1.33	2	0.44	0.3	1.66	2	0.39	0.3	1.46	2
14:00 - 14:30	0.30	0.3	1.14	2	0.38	0.3	1.42	2	0.33	0.3	1.25	2
14:30 - 15:00	0.20	0.3	0.76	1	0.25	0.3	0.95	1	0.22	0.3	0.83	1
15:00 - 15:30	0.15	0.3	0.57	1	0.19	0.3	0.71	1	0.17	0.3	0.63	1
15:30 - 16:00	0.10	0.3	0.38	1	0.13	0.3	0.47	1	0.11	0.3	0.42	1
16:00 - 16:30	0.15	0.3	0.57	1	0.19	0.3	0.71	1	0.17	0.3	0.63	1
16:30 - 17:00	0.25	0.3	0.95	1	0.31	0.3	1.18	2	0.28	0.3	1.04	2
17:00 - 17:30	0.30	0.3	1.14	2	0.38	0.3	1.42	2	0.33	0.3	1.25	2
17:30 - 18:00	0.30	0.3	1.14	2	0.38	0.3	1.42	2	0.33	0.3	1.25	2
18:00 - 18:30	0.40	0.3	1.52	2	0.50	0.3	1.89	2	0.44	0.3	1.67	2

Fuente: Elaboración Propia



De esta forma se puede notar que, conforme a las Tablas 7 y 8, el modelo de 10,000 llamadas mensuales llega a requerir teóricamente 6 operadores para el fin de semana, hasta **un máximo de 7 para ambos turnos del día sábado**. Por otra parte, a inicios de semana es cuando se requiere el mínimo de operadores, específicamente para los días lunes que se necesitan únicamente 2, mientras que de martes a jueves se demanda la presencia de un operador más para ambos turnos.

Así mismo, se pudo notar para este modelo que la necesidad de contar con 7 operadores para el día sábado está en función de la alta demanda de personal que representa el rango horario de las 9:00 a 9:30 para el primer turno, y el último rango comprendido entre las 18:00 y 18:30 horas para el segundo turno. Es decir, un solo rango horario incidió en el resto del turno, por lo que este hallazgo podría ser una oportunidad para disminuir el costo de operación del Call Center –relacionado con el recurso humano- siempre y cuando el nivel de servicio no se afecte significativamente.

Por su parte, el modelo de 5,000 llamadas mensuales mostró un comportamiento similar al de las 10,000. Conforme a las Tablas 10 y 11, el segundo modelo llega a requerir teóricamente 3 operadores para el día viernes y **hasta 4 operadores para el día sábado y primer turno del domingo**, mientras que a inicios de semana se presenta la menor demanda (únicamente 1 operador) específicamente para los días lunes. Finalmente, para ambos turnos de martes a jueves se necesita la presencia de un operador más.

Al igual que con el modelo de las 10,000 llamadas, este modelo presenta la oportunidad de disminuir costos de operación relacionados con el empleo de una menor cantidad de operadores, especialmente en el fin de semana, ya que la necesidad de contar con 4 de ellos -para ambos turnos del sábado y primer turno del domingo- está en función de un solo rango horario para cada turno.

Finalmente, el modelo de 3,000 llamadas mensuales presenta la misma tendencia de los otros dos modelos, pues en la mayoría de los turnos de viernes a domingo presenta una demanda teórica de 2 operadores, a excepción del primer turno del sábado cuando se presenta el máximo requerimiento de recurso humano al demandar la presencia de hasta **3 operadores**. Por su parte, de lunes a jueves requiere únicamente 1 operador por turno conforme a la Tabla 13. La oportunidad de reducir el recurso humano, que se observó en los otros dos modelos, también se presenta para éste, pues el primer turno del día sábado presenta el mismo fenómeno de contar con superávit de operadores dictado por un solo rango horario.



3. UTILIZACIÓN DE SOFTWARE, VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN

3.1. Utilización de Software

El software utilizado para simular en la presente investigación fue la aplicación *Contact Center Edition*, de *Arena versión estudiantil 7.0*. El *Arena Contact Center Edition* es un sistema de simulación para el análisis de desempeño de un Contact Center, desarrollado por *Rockwell Software Inc.* en alianza con *Onward* -una firma consultora de Administración- que se encuentra en Mountain View, California, especialista en la operación de Contact Centers.

Esta aplicación específica para el estudio de Contact Centers, está construida en el sistema de simulación *Rockwell's Software Arena* y ha sido personalizada para permitir a sus usuarios crear y correr de manera fácil y rápida modelos de simulación de la operación de Contact Centers y para analizar los resultados que estos modelos producen (Rockwell Software Inc., 2002).

En este punto el lector se podría preguntar, ¿por qué se utilizó este entorno de simulación y no otro? Por ello, vale la pena dedicar este breve espacio para responder a dicha interrogante. De acuerdo con los cerca de 300 trabajos presentados en el *Winter Simulation Conference* del 2007, el 41% y 11% de los autores prefirieron usar los entornos *Arena* y *Promodel*, respectivamente. Los resultados de esta comparación se presentan en los Anexos.

Sin embargo, el costo de adquisición de una licencia de uso para cualquiera de los dos es bastante elevado (alrededor de unos 3,000 dólares americanos) y queda fuera del presupuesto de un estudiante. Por fortuna, ambos distribuyen licencias estudiantiles gratuitas pero con restricciones y limitantes respecto de una licencia abierta.

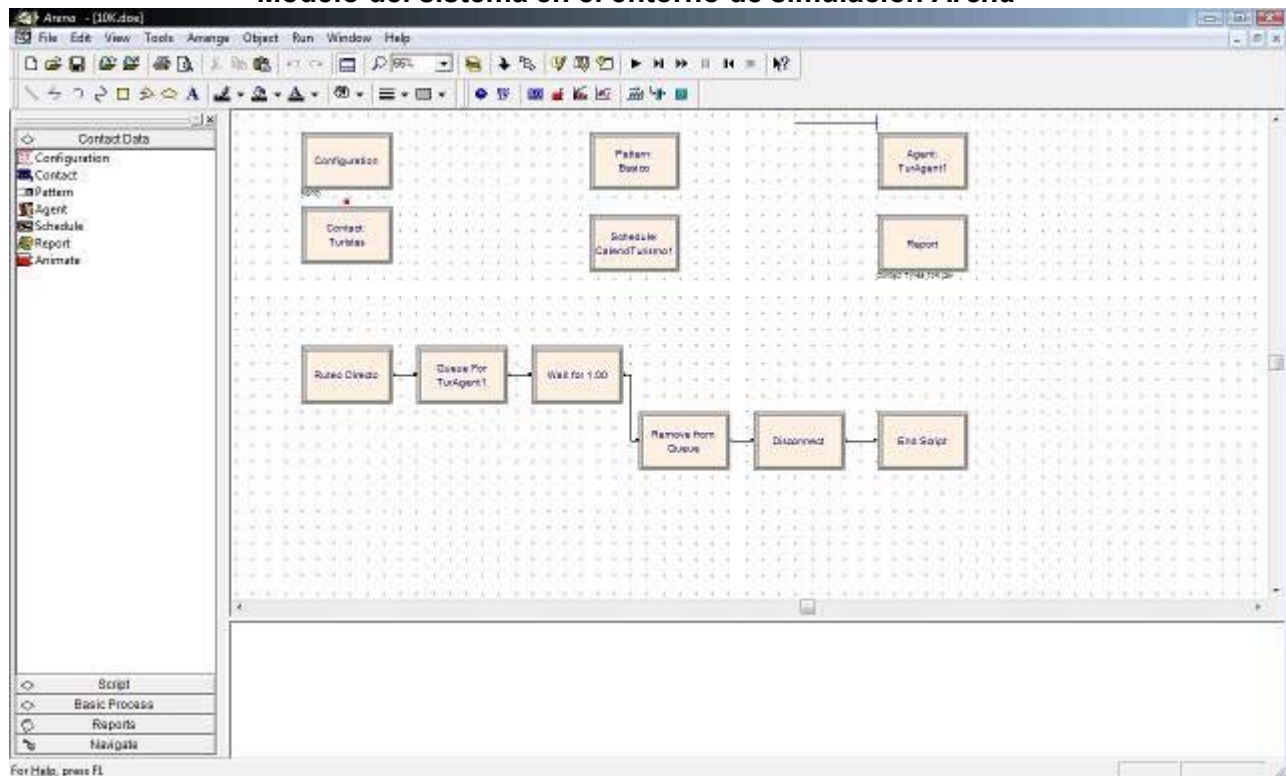
Luego de comparar las facilidades de cada entorno -dentro de las mismas limitaciones- resultó que *Arena* permite manejar una mayor cantidad de variables, bloques y parámetros respecto de *Promodel*, y para los propósitos del presente estudio, la licencia estudiantil de *Arena* fue suficiente, mientras que con la licencia estudiantil de *Promodel* el modelo ni siquiera corrió en la etapa experimental.

Después de haber verificado y conocido el entorno de simulación que más convenía para el presente trabajo, se procedió a construir el modelo del sistema bajo estudio en el entorno de simulación *Arena*, con la ayuda del modelo conceptual desarrollado y la preparación de los datos como resultado de un análisis cuidadoso.

A continuación, se presenta el modelo desarrollado en el entorno de simulación *Arena* y se explican los pasos que se siguieron para la obtención del mismo. En la Figura 11 se puede observar cómo luce en *Arena* un proceso básico para la atención de llamadas en un Call Center de información turística.



FIGURA 11
Modelo del sistema en el entorno de simulación Arena



Fuente: Elaboración Propia

Los primeros seis bloques (no conectados) que se observan en el área de trabajo, son los bloques relacionados con la parametrización del modelo, es decir, la carga de los datos específicos para que el modelo se asemeje al sistema bajo estudio.

Los otros seis bloques (conectados entre sí) representan el proceso o la rutina que se seguirá en el Call Center para atender cada llamada que entre al sistema. Esta rutina recibe el nombre de *Script* dentro de *Arena*.

Se iniciará con la explicación de los bloques de parametrización. El primero de este grupo es el bloque llamado *Configuration* que se utiliza para especificar la configuración básica del Call Center que se va a simular. En este módulo se define el horizonte de planeación y los grupos troncales (o equipos de trabajo) del Call Center.

En la Tabla 15 se presentan los parámetros y distintos valores que acepta este módulo, así como los valores que se escogieron para el modelo de hasta 10,000 llamadas mensuales para un Call Center de información turística.



TABLA 15
Parámetros del bloque Configuration

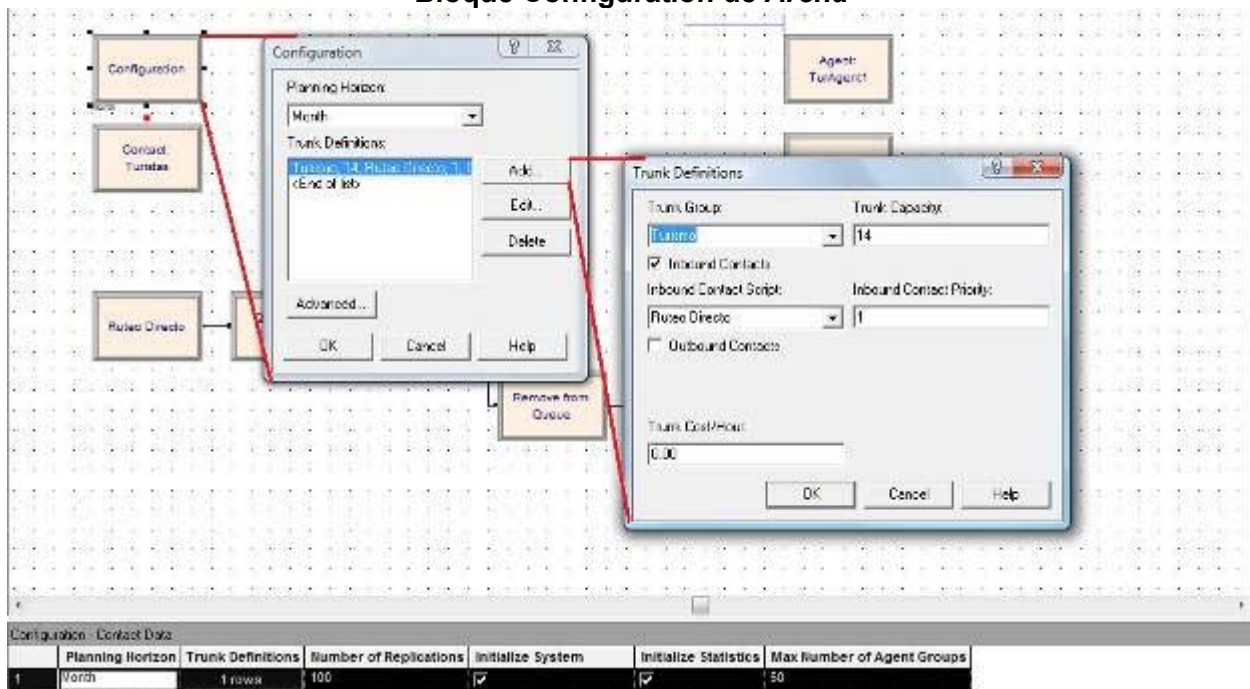
PARÁMETRO	PROPÓSITO	VALORES	SE TOMÓ
Planning Horizon	Longitud del período de tiempo que se va a simular	Día / Semana / Quincena / Mes	Mes
Trunk Group	Nombre del grupo troncal	<Texto>	Turismo
Trunk Capacity	Cantidad de líneas telefónicas de las que se dispone	<Numérico>	14
Inbound Contacts	Si el grupo troncal atiende o no llamadas entrantes	Check box	SI
Inbd. Cont. Script	Nombre de la rutina que seguirán las llamadas del grupo	<Texto>	Ruteo Directo
Inbd. Cont Priority	Prioridad de los contactos entrantes	<Numérico>	1
Outbound Contacts	Si el grupo troncal hace o no llamadas salientes	Check box	NO
Trunk Cost/Hour	Costo por hora del uso del grupo troncal	<Numérico>	0.00 *

Fuente: Elaboración Propia con datos del *Arena Contact Center User's Guide*

* Se estableció costo 0.00 debido a que el sistema no existe y por ende no se dispone de esta información.

Los datos de la última columna se alimentaron en las ventanas de configuración de este bloque, por lo que en el modelo de *Arena*, la información quedó como se muestra en la Figura 12. Vale la pena aclarar que para el parámetro *Trunk Capacity* el valor que se seleccionó (14 líneas) está en función del doble de agentes que se necesitan, pues si éstos se encuentran ocupados atendiendo, se quiere contar con la misma cantidad de líneas para la cola de espera. Para este modelo en específico, la Tabla 8 indica que el sábado es cuando más agentes se requieren, de esa cuenta, 14 líneas es el doble de los 7 agentes.

FIGURA 12
Bloque Configuration de Arena



Fuente: Elaboración Propia



Seguidamente, se debe parametrizar el bloque llamado *Contact*, que se utiliza para definir el grupo de los contactos que se atenderán en el Call Center. En la Tabla 16 se presentan los parámetros y distintos valores que acepta este módulo, así como los valores que se escogieron para el modelo.

TABLA 16
Parámetros del bloque Contact

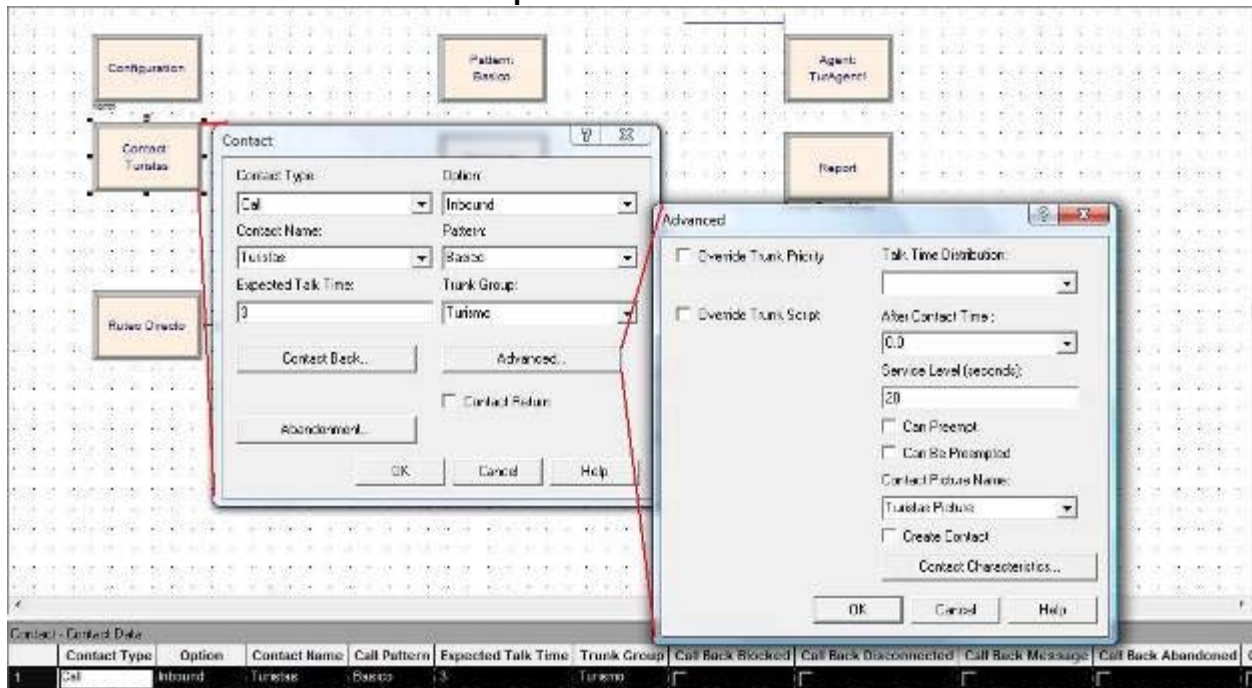
PARÁMETRO	PROPÓSITO	VALORES	SE TOMÓ
<i>Contact Type</i>	Medio de contacto con los clientes	Llamada /Email Fax /Web /Otro	Llamada
<i>Option</i>	Define si este grupo es Inbound o Outbound	Entrada /Salida	Entrada
<i>Contact Name</i>	Nombre para el grupo de contactos	<Texto>	Turistas
<i>Pattern</i>	Nombre del patrón de llamadas (distribución)	<Texto>	Básico
<i>Expected Talk Time</i>	Tiempo medio de atención (minutos)	<Numérico>	3
<i>Trunk Group</i>	Grupo troncal que atenderá a este grupo de contactos	Listado	Turismo
<i>Advanced</i>	Botón para definir propiedades avanzadas del bloque		
<i>Service Level (sec)</i>	Nivel de servicio basado en el AHT (segundos)	<Numérico>	20 *

Fuente: Elaboración Propia con datos del *Arena Contact Center User's Guide*

* Se establecieron 20 segundos de acuerdo a los estándares internacionales, como se verá en la sección 3.2

Los datos de la última columna se alimentaron en las ventanas de configuración de este bloque, por lo que el modelo en *Arena* quedó como se muestra en la Figura 13.

FIGURA 13
Bloque Contact de Arena



Fuente: Elaboración Propia



El bloque *Pattern* define el patrón de llegadas de los contactos. Este patrón se basa en el horizonte de planeación y la estructura de los períodos. En la Tabla 17 se presentan los parámetros y distintos valores que acepta este módulo, así como los valores que se escogieron para el modelo.

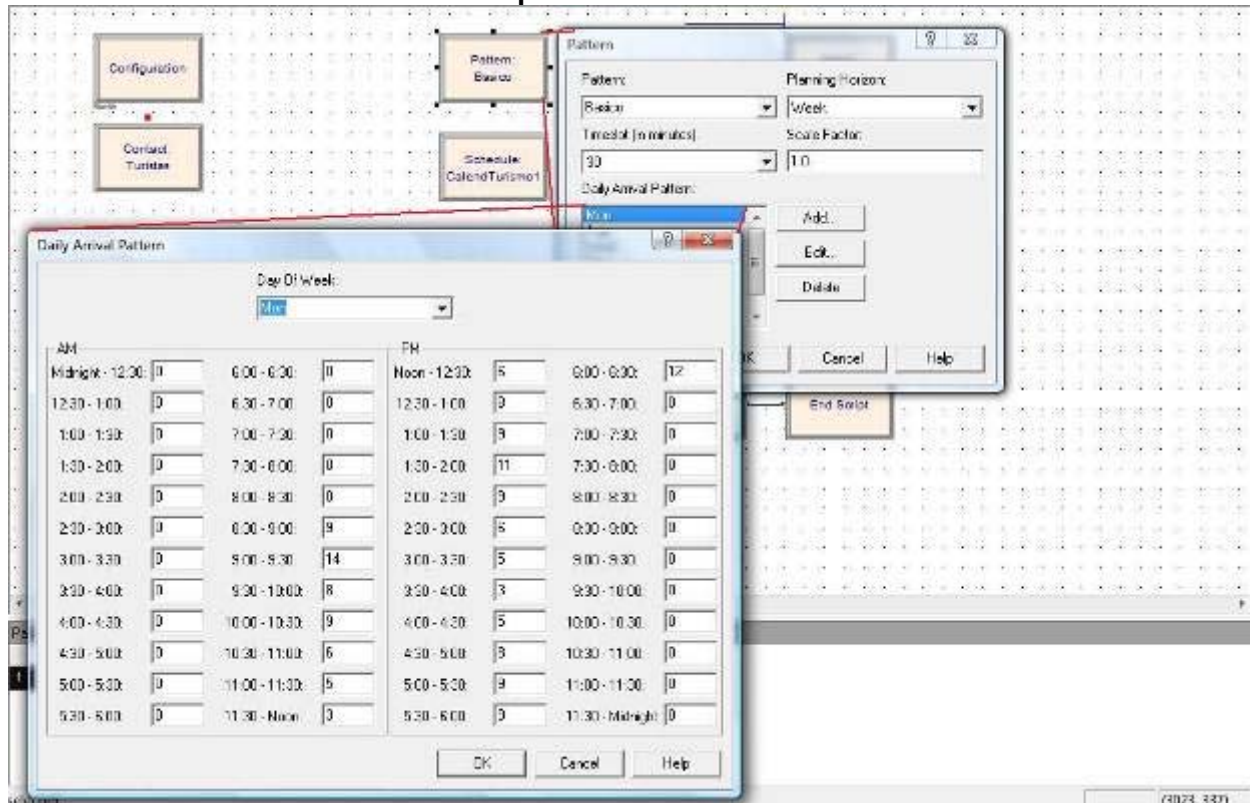
TABLA 17
Parámetros del bloque Pattern

PARÁMETRO	PROPÓSITO	VALORES	SE TOMÓ
<i>Pattern</i>	Patrón de llegadas que se está definiendo	Listado	Básico
<i>Planning Horizon</i>	Longitud de tiempo para el patrón de llegadas (se escogió semana conforme a la Tabla 6)	Día / Semana / Quincena / Mes	Semana
<i>Timeslot (minutes)</i>	Duración de los períodos de tiempo por día	30 / 60	30
<i>Scale Factor</i>	Factor de aumento o disminución en patrón de llegadas	<Numérico>	1.0
<i>Daily Arrival Pattern</i>	Establece el patrón de llegadas conforme al horizonte de planeación y la distribución para cada día (Tabla 6)		

Fuente: Elaboración Propia con datos del *Arena Contact Center User's Guide*

Los datos de la última columna se alimentaron en las ventanas de configuración de este bloque por lo que el modelo en *Arena* quedó como se muestra en la Figura 14.

FIGURA 14
Bloque Pattern de Arena



Fuente: Elaboración Propia



El bloque *Schedule* define los turnos del calendario de trabajo a los que los agentes pueden asignarse. En la Tabla 18 se presentan los parámetros y distintos valores que acepta este módulo, así como los valores que se escogieron para el modelo.

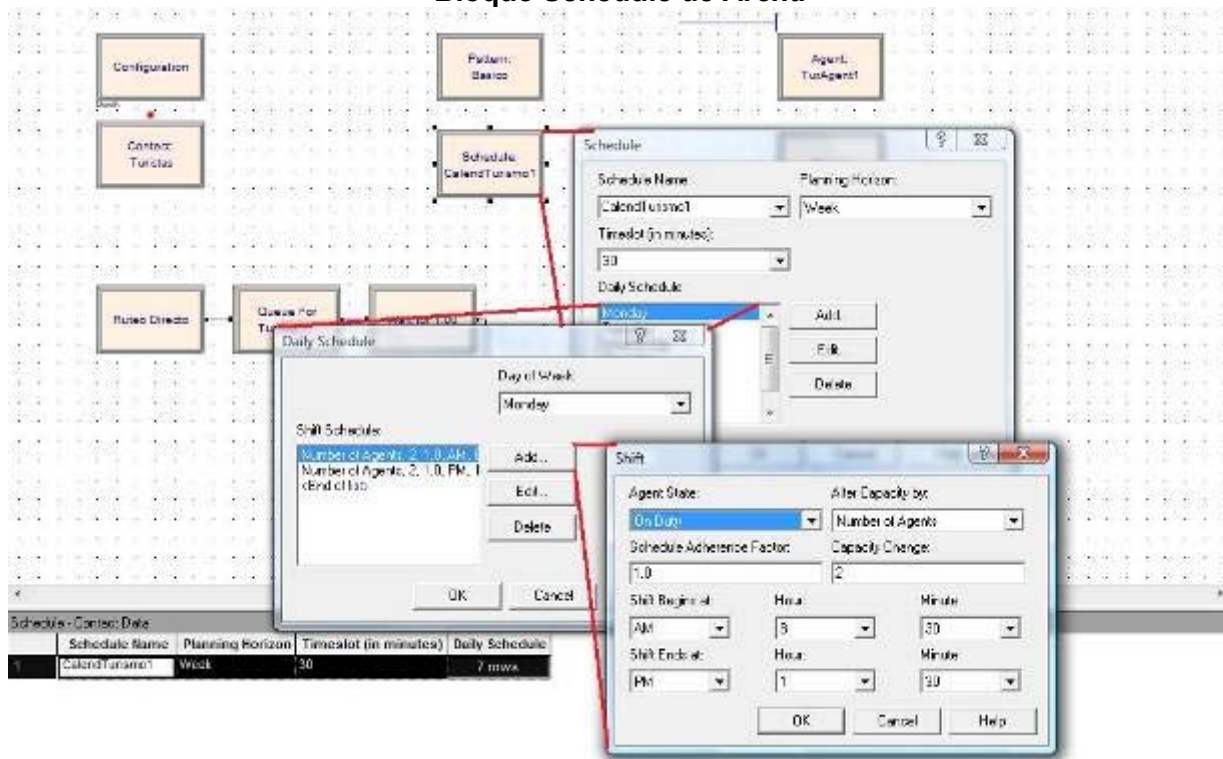
TABLA 18
Parámetros del bloque Schedule

PARÁMETRO	PROPÓSITO	VALORES	SE TOMÓ
Schedule Name	Nombre del calendario que se está definiendo	<Texto>	CalendT1
Planning Horizon	Longitud de tiempo para el calendario (se escogió semana conforme las Tabla 7 y 8)	Día / Semana / Quincena / Mes	Semana
Timeslot (minutes)	Amplitud de los períodos de tiempo por día	15 / 30 / 60	30
Daily Schedule	Establece el calendario por día (Tablas 7 y 8)		
Agent State	Define el estado de disponibilidad de un grupo de agentes por turno	Labores / Comida / Descanso / Reunión / Investigación	En labores
Alter Capacity by	Define si aplica a un grupo de agentes o cierto número	Grupo/Cantidad	Cantidad
Numer of Agents	Cantidad de agentes para los que aplica el calendario	<Numérico>	2
Shift Begins at	Hora de inicio para el calendario (Tablas 7 y 8)	Hora, minutos	8:30 AM
Shift Ends at	Hora de finalización para el calendario (Tablas 7 y 8)	Hora, minutos	1:30 PM

Fuente: Elaboración Propia con datos del *Arena Contact Center User's Guide*

Los datos de la última columna se alimentaron en las ventanas de configuración de este bloque por lo que el modelo en *Arena* quedó como se muestra en la Figura 15.

FIGURA 15
Bloque Schedule de Arena



Fuente: Elaboración Propia



Finalmente el bloque *Agent* define a los agentes del Call Center. En la Tabla 19 se presentan los parámetros y distintos valores que acepta este módulo, así como los valores que se escogieron para el modelo.

TABLA 19
Parámetros del bloque Agent

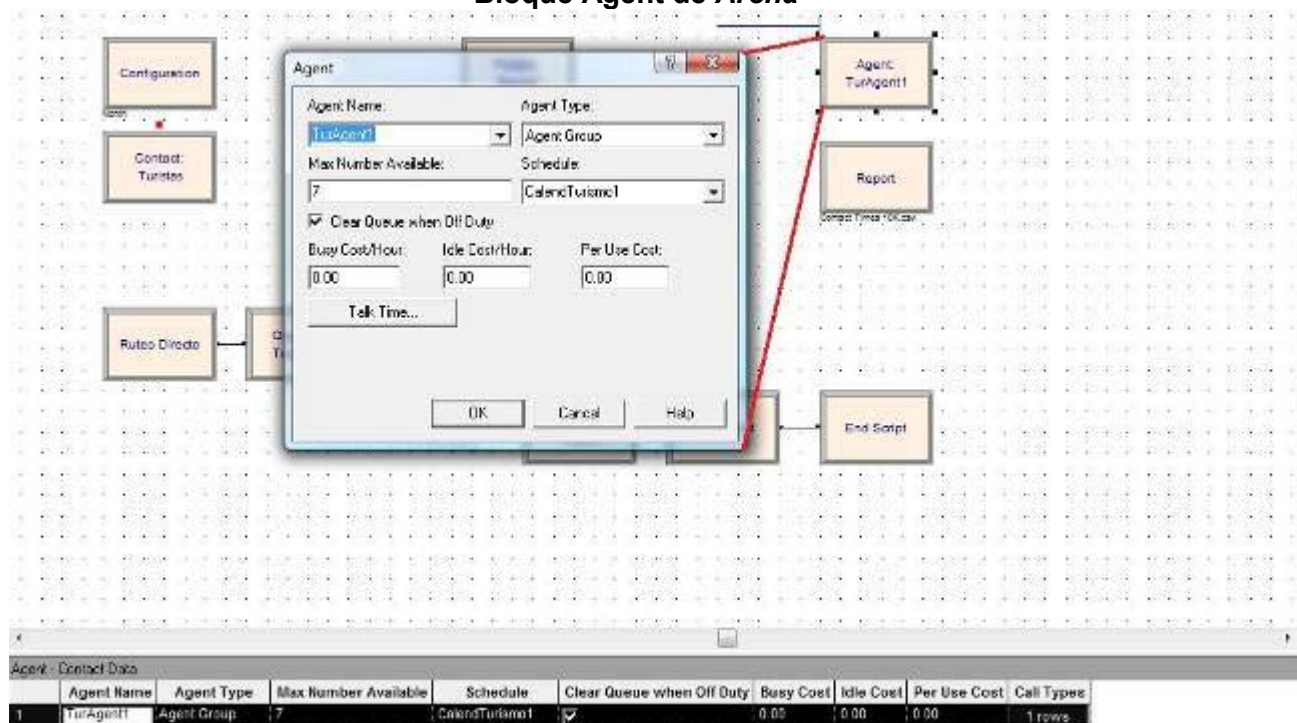
PARÁMETRO	PROPÓSITO	VALORES	SE TOMÓ
Agent Name	Nombre del grupo de agentes que se está definiendo	<Texto>	TurAgent1
Agent Type	Define si es un grupo de agentes o un grupo parental	Agent / Parent	Agent
Max # Available	Cantidad máxima de agentes de los que dispone el grupo	<Numérico>	7
Schedule	Indica el Calendario que rige al grupo de agentes	Listado	CalendT1
Busy Cost/Hour	Define el costo por hora de un agente ocupado	<Numérico>	0.00 *
Idle Cost/Hour	Define el costo por hora de un agente disponible	<Numérico>	0.00 *
Per Use Cost	Define el costo por contacto al usar un agente	<Numérico>	0.00 *

Fuente: Elaboración Propia con datos del *Arena Contact Center User's Guide*

* Se estableció costo 0.00 debido a que el sistema no existe y por ende no se dispone de esta información.

Los datos de la última columna se alimentaron en las ventanas de configuración de este bloque por lo que el modelo en *Arena* quedó como se muestra en la Figura 16.

FIGURA 16
Bloque Agent de Arena



Fuente: Elaboración Propia



3.2. Verificación y Validación del Modelo

El método de simulación está basado en la creación de una “copia” computarizada del sistema actual del Call Center y en correr este sistema en la computadora por un período de tiempo representativo de un día, una semana, o un mes.

Sin embargo, vale la pena mencionar que debido a que el sistema estudiado no existe, la simulación realizada en este entorno se basó en un diseño ideal con carácter teórico-hipotético, presentado anteriormente como Modelo Conceptual.

Adicionalmente, para validar las suposiciones hechas y darle mayor peso al modelo elaborado, se recurrió a la consulta de expertos en Call Centers. Al respecto, los expertos en manejo de Call Centers validaron tanto la metodología de manejo y análisis de datos como la congruencia de los resultados obtenidos para el modelo probado. La entrevista que se aplicó a uno de los expertos se presenta en los Anexos.

Así mismo, estos expertos aportaron información de importancia relacionada con los estándares internacionales para los principales indicadores de desempeño, misma que a continuación se resume:

- **Velocidad Promedio de Respuesta (Average Speed of Answer - ASA):** para este parámetro, relacionado con el tiempo que espera quien llama para ser atendido por un agente, indicaron que lo óptimo es atender en 20 segundos o menos la llamada, pero que se puede ampliar hasta 30 segundos.
- **Nivel de Servicio (Service Level - SL):** este indicador se refiere al porcentaje de llamadas que son servidas dentro del objetivo del ASA, es decir, cuántas llamadas se atienden en un tiempo menor o igual a los 20, 30 ó n segundos. Al respecto de esta métrica, dijeron que el estándar internacional establece un óptimo del 80%.
- **Tiempo Promedio de Atención (Average Handle Time - AHT):** para este indicador, relacionado con el tiempo promedio que tarda un operador en servir una llamada, mencionaron que el promedio internacional es de 180 segundos.
- **Tasa de Abandono (Abandonment Percent):** de este parámetro, que se refiere al porcentaje de las llamadas que abandonan el sistema antes de ser atendidas, se dijo que aproximadamente debe ser un 2% y que el criterio de abandono es de 10 segundos.
- **Costo por llamada:** uno de los expertos indicó que para el cálculo de esta métrica se utiliza el presupuesto ejecutado al final de un período entre el total de llamadas servidas en ese mismo período, el cual es aproximadamente de USD 0.28. Desde luego, este costo aplica para una empresa muy avanzada tanto en tecnología como en experiencia, por lo que dista mucho de ser una medida o condición inicial para el presente caso de estudio. El objeto de incluir este aspecto, es únicamente para tomarlo como referencia sobre una empresa exitosa y con basta experiencia.



Una vez construido el modelo del sistema elaborado en el entorno de simulación *Arena*, se procedió a efectuar una corrida de prueba de éste, con el afán de evaluar su validez y congruencia en relación a sus resultados.

Se programó el entorno para que corriera una réplica del modelo de 10,000 llamadas mensuales. Una versión editada del reporte que se generó, producto de esa corrida, se presenta a continuación. El reporte completo se puede ver en los Anexos.

CUADRO 1
Reporte de Arena editado para el modelo de 10,000 llamadas

ARENA Simulation Results					
Jorge - License: STUDENT					
Summary for Replication 1 of 1					
Project: Tesis 10K			Run execution date : 2/19/2008		
Analyst: Jorge Quijada			Model revision date: 2/19/2008		
Replication ended at time : 40320.0 Minutes (Tuesday, January 29, 2008, 08:30:00)					
Base Time Units: Minutes					
Identifier	TALLY VARIABLES				
	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Time In TurAgent1 Queue	.01700	.00306	.00000	.99871	9476
Turistas Handle Time	2.9901	.07283	2.8203E-04	29.213	9476
Turistas Time in Call Center	3.0071	.07316	2.8203E-04	29.213	9476
Turistas Time from Message to Return	--	--	--	--	0
Turistas Speed of Answer	.01700	.00306	.00000	.99871	9476
Time In TurAgent1 Handle Time	3.0071	.07316	2.8203E-04	29.213	9476
Identifier	OUTPUTS				
	Value				
Turistas Service Level Percent	92.473				
Turistas Num Blocked	.00000				
Turistas Blocking Percent	.00000				
Turistas Num Abandoned	422.00				
Turistas Abandoned Percent	4.2124				
Turistas In Target	9264.0				
Simulation run time: 0.03 minutes.					
Simulation run complete.					

Fuente: Elaboración propia con datos del reporte de *Arena*

Conforme a estos resultados (marcados con amarillo) se considera que el modelo es adecuado y válido, ya que dichos resultados son congruentes debido a que sus promedios tienden a los parámetros establecidos previamente. De una forma más concreta:

- El primer parámetro (Turistas Handle Time) hace referencia al *tiempo promedio de servicio* (AHT) que se especificó en 3 minutos, mientras que el promedio de esta corrida fue de 2.9901 minutos (179.406 segundos).
- El parámetro (Turistas Speed of Answer) se refiere a la *velocidad promedio de respuesta* (ASA) que se fijó en 20 segundos, pero el promedio del modelo se ubica por debajo del parámetro en 0.01700 minutos, es decir 1.02 segundos. Sin



embargo, al leer en la misma línea la columna de los máximos, resulta que la observación de mayor tamaño para este parámetro es de 0.99871 minutos (59.92 segundos) que representa el criterio de abandono establecido en 60 segundos.

- El nivel de servicio (Service Level Percent) está relacionado con el anterior parámetro, ya que hace referencia al porcentaje de las llamadas que se lograron atender en un tiempo menor o igual al establecido con el parámetro ASA. Los estándares internacionales indican que un nivel de servicio adecuado es un 80-20 ó a lo más 80-30, que significa el 80% de las llamadas atendidas en 20 segundos o menos y 80% en 30 segundos o menos, respectivamente. De esta cuenta, el resultado de este modelo indica un 92.473 - 20, un nivel muy bueno y razonable.
- El siguiente parámetro -bloqueos- resultó en cero debido a la política de poner el doble de líneas telefónicas con relación a los agentes disponibles. Por su parte, el parámetro abandonos fue superior a cero, tanto en cantidad como en porcentaje, situación que resulta coherente pues es un fenómeno intrínseco a la naturaleza de un Call Center.
- Finalmente, el último parámetro (Turistas In Target) se refiere al total de llamadas atendidas y servidas durante el horizonte de planeación del modelo, y como éste fue de 9,264 llamadas, resulta razonable pues no se aleja de las 10,000 llamadas base que se estimaron para este modelo. En otras palabras, el modelo demanda un 92.64% de la capacidad teórica diseñada.

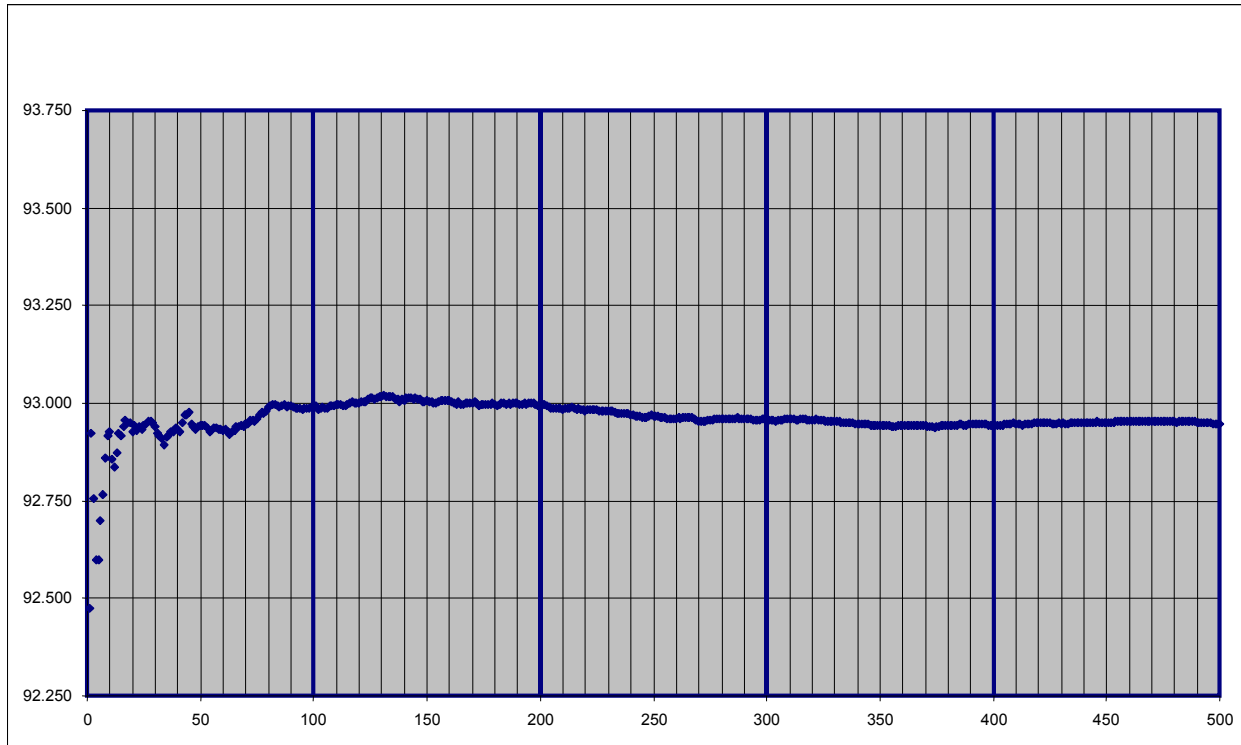
Dado que la simulación se basa en la generación de números aleatorios, inferir el diseño inicial del Call Center con los resultados de una sola corrida del modelo sería imprudente y poco representativo, razón por la cual se deben hacer varias réplicas y tomar como resultado el promedio de las mismas, para obtener una validez estadística. Surge entonces la interrogante *¿cuál es la cantidad necesaria de corridas o réplicas que se deben aplicar para contar con resultados representativos?*

Para dar respuesta a esta interrogante, se consultó a una experta en Estadística, quien recomendó efectuar un experimento de la siguiente forma: correr el modelo 500 veces, definir una variable de interés y tomar sus resultados para cada una de las corridas, luego calcular los promedios de las corridas en forma incremental, es decir, sólo la primera, las primeras dos, las primeras tres, las primeras cuatro y así sucesivamente hasta llegar al promedio de las 500 corridas. Finalmente, se deben graficar los 500 promedios para encontrar el punto en el que se estabiliza la variación y así se responde a la interrogante.

El resultado de las 500 corridas, del modelo de 10,000 llamadas mensuales, para la variable de interés *Nivel de Servicio*, se presenta en la Gráfica 3, pero si el lector desea consultar los resultados de las 500 réplicas los puede encontrar en la sección de los Anexos.



GRÁFICA 3
Promedios de 500 corridas del Modelo



Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica anterior se aprecia que los promedios incrementales tienen mayor variación antes de las 100 corridas, pero también se observa que de ese punto en adelante los promedios se estabilizan y se mantienen cercanos a 93.

De esta forma se determinó que el tamaño de la muestra o cantidad adecuada de réplicas que se le deben solicitar al entorno de simulación *Arena*, cada vez que se quiera hacer un experimento o evaluar un escenario, es de 100 corridas. Por esta razón, los resultados o conclusiones que se presenten de aquí en adelante para la presente investigación, serán producto de esa cantidad de corridas.



3.3. Análisis de resultados

El resultado que se presenta en esta sección es el diseño ideal o dimensionamiento base para cada uno de los 3 modelos en estudio como resultado de la simulación de los mismos. Para cada modelo se consideraron los siguientes elementos teóricos:

- Distribución de llamadas por día y rango de media hora (Tablas 6, 9 y 12)
- Número teórico de operadores por día y turno (Tablas 7, 8, 10, 11, 13 y 14)
- Cantidad de líneas telefónicas igual al doble del máximo de agentes requeridos (14, 8 y 6 líneas)
- Velocidad promedio de respuesta según el estándar internacional (20 segundos)
- Tiempo medio de servicio según el estándar internacional (180 segundos)
- El factor de utilización de los operadores (ρ) se asumió igual a 0.8 equivalente al 80%, es decir, operan a una buena capacidad.

De acuerdo a estas consideraciones teóricas, se presentan a continuación los resultados ideales para cada uno de los tres modelos de servicio telefónico.

Modelo de 10,000 llamadas mensuales:

El cuadro 2 muestra el reporte editado para las 100 simulaciones de este modelo.

CUADRO 2
Reporte de Arena editado para las 100 réplicas del modelo de 10,000 llamadas

ARENA Simulation Results Jorge - License: STUDENT					
Output Summary for 100 Replications					
Project: Tesis 10K Analyst: Jorge Quijada			Run execution date : 2/19/2008 Model revision date: 2/19/2008		
Identifier	TALLY VARIABLES		Minimum	Maximum	Observations
	Average	Half width			
Turistas Handle Time	2.9972	.06344	.00036	29.315	9566
Turistas Speed of Answer	.01649	.00318	.00000	.99192	9566
Identifier	OUTPUTS		Minimum	Maximum	#Replications
	Average	Half-width			
Turistas Service Level Percent	93.000	.08247	91.607	93.936	100
Turistas Num Blocked	.00000	.00000	.00000	.00000	100
Turistas Blocking Percent	.00000	.00000	.00000	.00000	100
Turistas Num Abandoned	395.80	5.9257	327.00	496.00	100
Turistas Abandoned Percent	3.9296	.05561	3.2861	4.8010	100
Turistas In Target	9364.8	16.170	9162.0	9569.0	100
Simulation run time: 3.30 minutes. Simulation run complete.					

Fuente: Elaboración propia con datos del reporte de Arena



Del cuadro anterior se obtiene que: el *Nivel de Servicio* (SL) esperado es del 93%, el *Tiempo Promedio de Atención* (AHT) es de 3 minutos, la *Velocidad Promedio de Respuesta* (ASA) es de 0.989 segundos, la *Tasa de Bloqueo* es de 0% y la *Tasa de Abandono* del 3.93% al lograr atender 9,365 llamadas dentro del objetivo.

Este resultado es atractivo ya que los indicadores de desempeño de mayor interés (SL, AHT y ASA) resultaron igual o mejor que los parámetros establecidos. Por su parte, el volumen de llamadas que se logra atender cubre, incluso, el mes de mayor demanda (agosto al 5%) conforme la Tabla 4.

En la Tabla 20 se presenta el resumen de la cantidad de operadores que se requieren por turno y por día de la semana, así como la cantidad de horas/hombre necesarias.

TABLA 20
Cantidad de operadores por turno y por día de la semana

TURNO	RECURSO	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	TOTAL
Matutino	Operadores	2	3	3	3	6	7	7	7
	Horas	10	15	15	15	30	35	35	155
Vespertino	Operadores	2	3	3	3	6	7	6	7
	Horas	10	15	15	15	30	35	30	150
Total Horas		20	30	30	30	60	70	65	305

Fuente: Elaboración Propia

Se debe considerar que esta configuración responde a una necesidad teórica, pero en un escenario real, el tener sólo 2 personas en un periodo de tiempo (específicamente el día lunes) presenta un riesgo, ya que si entra una nueva llamada mientras ambos operadores están ocupados, la probabilidad de abandono es bastante alta.

Desde luego, la configuración presentada en la tabla 20 parece costosa, pues requiere de una buena cantidad de personal y por ende una fuerte carga salarial, por esa razón, se debe realizar una buena asignación de personal, para hacer frente a la demanda de horas por semana pero buscando el menor costo posible.

Debido a esta inquietud, se definió la cantidad de operadores y los horarios de trabajo que cada uno debe tener, tomando como referencia que en Guatemala la jornada laboral contempla 40 horas de trabajo a la semana (8 horas x 5 días) y una remuneración aproximada de 1,400.00 Quetzales mensuales, equivalente a USD183.00 para el tipo de cambio promedio de 7.65.

En la tabla 21 se muestra el resultado de la asignación de horarios para los operadores, aclarando que se buscó satisfacer la demanda de horas, equilibrar las horas entre agentes y dejar los horarios para un mismo operador en el mismo turno, es decir, sólo matutinos o sólo vespertinos.



TABLA 21
Horas asignadas por agente y por día de la semana

AGENTE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	TOTAL
1		5*	5*	5*	5*	10	10	40
2	5*		5*	5*	10	10	5*	40
3	5*	5*	5*		5*	10	10	40
4		5**	5**	5**	10	10	5**	40
5		5*	5**	5*	10	5*	10	40
6	5**	5**		5**	10	10	5*	40
7	5**			5**	5**	10	10	35
8		5**	5**		5**	5**	10	30
Total Horas	20	30	30	30	60	70	65	305

Fuente: Elaboración Propia

* Turno Matutino

** Turno Vespertino

Según este resultado, se necesita una fuerza laboral de 8 agentes, mientras que el total de líneas telefónicas se mantiene en 14 ya que están en función del máximo de operadores requeridos por cada día, y como se mostró en la Tabla 20, el día sábado es el que presenta la mayor demanda de recurso humano (7 agentes para cada turno).

Por otro lado, un operador de Call Center en Guatemala gana en promedio Q.15.00 por hora laborada (USD2 aproximadamente) por lo que se puede establecer el costo que representará para el Call Center contar con esta fuerza laboral, como sigue:

$$305 \times 15 = \text{Q.4,575 por semana (USD 610)}$$

Si se considera que, en promedio un mes tiene 4 semanas y que con este modelo se alcanza a atender 9,365 llamadas mensualmente, el costo por llamada resultaría así:

$$(\text{Q.4,575} \times 4) / 9,365 = \text{Q1.95 por llamada (USD 0.26)}$$



Modelo de 5,000 llamadas mensuales:

El cuadro 3 muestra el reporte editado para las 100 simulaciones de este modelo.

CUADRO 3
Reporte de Arena editado para las 100 réplicas del modelo de 5,000 llamadas

ARENA Simulation Results					
Jorge - License: STUDENT					
Output Summary for 100 Replications					
Project: Tesis 5K			Run execution date : 2/19/2008		
Analyst: Jorge Quijada			Model revision date: 2/19/2008		
Identifier	TALLY VARIABLES		Minimum	Maximum	Observations
	Average	Half Width			
Turistas Handle Time	3.0029	.09025	.00065	27.023	4631
Turistas Speed of Answer	.01980	.00399	.00000	.98931	4631
Identifier	OUTPUTS		Minimum	Maximum	#Replications
	Average	Half-width			
Turistas Service Level Percent	88.821	.14220	86.996	90.659	100
Turistas Num Blocked	.09000	.06449	.00000	2.0000	100
Turistas Blocking Percent	.00177	.00127	.00000	.03957	100
Turistas Num Abandoned	329.64	5.0521	254.00	399.00	100
Turistas Abandoned Percent	6.4858	.08991	5.0587	7.6755	100
Turistas In Target	4512.1	10.927	4413.0	4676.0	100
Simulation run time: 1.30 minutes.					
Simulation run complete.					

Fuente: Elaboración propia con datos del reporte de Arena

El cuadro anterior indica que el *Nivel de Servicio* (SL) esperado es del 89%, el *Tiempo Promedio de Atención* (AHT) es de 3 minutos, la *Velocidad Promedio de Respuesta* (ASA) es de 1.19 segundos, se espera una *Tasa de Bloqueo* del 0.0018% y una *Tasa de Abandono* del 6.49% al lograr atender a 4,512 llamadas dentro del objetivo.

Este resultado también resulta atractivo ya que los indicadores de desempeño clave (SL, AHT y ASA) mantuvieron la misma tendencia que el modelo anterior al igualar o mejorar a los parámetros establecidos. Por su parte, el volumen de llamadas que se atienden logra cubrir cualquier mes (al 2%) conforme la Tabla 4.

Sin embargo, el resultado de este modelo respecto del anterior presenta ciertas desventajas, como el nivel de servicio que decayó 4 puntos porcentuales, la tasa de bloqueo que tuvo un leve incremento y la tasa de abandono que aumentó 2½ puntos.

En la Tabla 22 se presenta el resumen de la cantidad de operadores que se requieren para cada turno y día de la semana, así como la cantidad de horas/hombre necesarias.



TABLA 22
Cantidad de operadores por turno y por día de la semana

TURNO	RECURSO	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	TOTAL
Matutino	Operadores	1	2	2	2	3	4	4	4
	Horas	5	10	10	10	15	20	20	90
Vespertino	Operadores	1	2	2	2	3	4	3	4
	Horas	5	10	10	10	15	20	15	85
Total Horas		10	20	20	20	30	40	35	175

Fuente: Elaboración Propia

Nuevamente, se debe recordar que esta configuración responde a una necesidad teórica, pero en un escenario real, el tener sólo 1 persona en cada periodo del día lunes presenta un gran riesgo, ya que si entra una nueva llamada mientras el operador está ocupado, va al baño o toma un descanso, la probabilidad de abandono se incrementa.

Esta configuración luce menos costosa pues la cantidad de personal es menor, lo que se supone debe incidir positivamente en la carga salarial. En la tabla 23 se muestra el resultado de la asignación de horarios para los operadores.

TABLA 23
Horas asignadas por agente y por día de la semana

AGENTE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	TOTAL
1	5*	5*		5*	10	10	5*	40
2			5*	5*	5*	10	10	35
3		5**		5**	10	10	5**	35
4	5**		5**		5**	10	10	35
5		10	10	5**			5*	30
Total Horas	10	20	20	20	30	40	35	175

Fuente: Elaboración Propia

* Turno Matutino

** Turno Vespertino

Esta asignación requiere una fuerza laboral de 5 agentes y 8 líneas telefónicas porque el máximo de operadores requeridos es de 4 para los días sábado, por lo que se puede establecer el costo que representará para el Call Center contar con esta fuerza laboral, como sigue:

$$175 \times 15 = Q.2,625 \text{ por semana (USD 350)}$$

Considerando el mes promedio de 4 semanas y las 4,512 llamadas que con este modelo se alcanzan a atender, el costo por llamada resultaría en:

$$(Q.2,625 \times 4) / 4,512 = Q2.33 \text{ por llamada (USD 0.31)}$$



Modelo de 3,000 llamadas mensuales:

En el cuadro 4 se muestra finalmente el reporte editado para las 100 simulaciones del último modelo desarrollado.

CUADRO 4
Reporte de Arena editado para las 100 réplicas del modelo de 3,000 llamadas

ARENA Simulation Results					
Jorge - License: STUDENT					
Output Summary for 100 Replications					
Project: Tesis 3K			Run execution date : 2/19/2008		
Analyst: Jorge Quijada			Model revision date: 2/19/2008		
Identifier	TALLY VARIABLES		Minimum	Maximum	Observations
	Average	Half Width			
Turistas Handle Time	2.9939	.12203	.00112	25.043	2554
Turistas Speed of Answer	.02497	.00535	.00000	.98602	2554
Identifier	OUTPUTS		Minimum	Maximum	#Replications
	Average	Half-width			
Turistas Service Level Percent	81.230	.14649	79.422	82.747	100
Turistas Num Blocked	.06000	.04798	.00000	1.0000	100
Turistas Blocking Percent	.00200	.00160	.00000	.03434	100
Turistas Num Abandoned	339.25	3.8416	277.00	382.00	100
Turistas Abandoned Percent	11.150	.11104	9.2766	12.578	100
Turistas In Target	2470.6	8.5230	2375.0	2573.0	100
Simulation run time: 0.85 minutes.					
Simulation run complete.					

Fuente: Elaboración propia con datos del reporte de Arena

El cuadro anterior indica que el *Nivel de Servicio* (SL) esperado se ubica justo por arriba del óptimo a 81.23%, el *Tiempo Promedio de Atención* (AHT) es de 3 minutos, la *Velocidad Promedio de Respuesta* (ASA) es de 1.5 segundos, se espera una *Tasa de Bloqueo* del 0.002% y una *Tasa de Abandono* del 11% al lograr atender a 2,471 llamadas dentro del objetivo.

Este resultado no resulta tan atractivo como los dos anteriores, ya que el principal indicador de desempeño (SL) quedó muy justo respecto del 80% de objetivo y la tasa de abandono del 11% deja de ser adecuada. Por su parte, el volumen de llamadas que se atiende con este modelo sólo logra cubrir 4 de los meses (al 2%) presentados en la Tabla 4, específicamente los meses de abril, mayo, septiembre y octubre.

En la Tabla 24 se presenta el resumen de la cantidad de operadores que se requieren para cada turno y día de la semana, así como la cantidad de horas/hombre necesarias.



TABLA 24
Cantidad de operadores por turno y por día de la semana

TURNO	RECURSO	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	TOTAL
Matutino	Operadores	1	1	1	1	2	3	2	3
	Horas	5	5	5	5	10	15	10	55
Vespertino	Operadores	1	1	1	1	2	2	2	2
	Horas	5	5	5	5	10	10	10	50
Total Horas		10	10	10	10	20	25	20	105

Fuente: Elaboración Propia

Esta configuración parece la menos costosa de las tres, pues la cantidad de personal es mucho menor y está aún más equilibrada, lo que se supone debe incidir en la carga salarial.

Para responder a esta inquietud, se definió para este último modelo la cantidad de operadores y los horarios de trabajo que cada uno debe tener, tomando nuevamente como referencia las condiciones laborales de Guatemala consideradas anteriormente. En la tabla 25 se muestra el resultado de la asignación de horarios para los operadores.

TABLA 25
Horas asignadas por agente y por día de la semana

AGENTE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	TOTAL
1	5 *			5 *	5 *	10	10	35
2		5 *	5 *		5 **	10	10	35
3	5 **	5 **	5 **	5 **	10	5*		35
Total Horas	10	10	10	10	20	25	20	105

Fuente: Elaboración Propia

* Turno Matutino

** Turno Vespertino

Esta asignación requiere una fuerza laboral de 3 agentes y 6 líneas telefónicas porque el máximo de operadores requeridos es de 3 para el primer turno del día sábado, por lo que se puede establecer el costo que representará para el Call Center contar con esta fuerza laboral, como sigue:

$$105 \times 15 = \text{Q.1,575 por semana (USD 210)}$$

Considerando el mes promedio de 4 semanas y las 2,471 llamadas que con este modelo se alcanzan a atender, el costo por llamada resultaría en:

$$(\text{Q.1,575} \times 4) / 2,471 = \text{Q2.55 por llamada (USD 0.34)}$$

A continuación, se presenta en la Tabla 26 el resumen comparativo de los resultados entre estos tres modelos.



TABLA 26
Comparación de resultados entre los 3 modelos básicos

PARÁMETRO	10,000	5,000	3,000
Nivel de Servicio (SL)	93%	89%	81%
Tiempo Promedio de Atención (AHT)	3 min	3 min	3 min
Velocidad Promedio de Respuesta (ASA)	0.9 seg	1.2 seg	1.5 seg
Tasa de Bloqueo	0%	0.0018%	0.0020%
Tasa de Abandono	4%	6.5%	11%
Llamadas servidas	9,365	4,512	2,471
Meses cubiertos del mercado objetivo	12 (5%)	12 (2%)	4 (2%)
Horas-hombre a la semana	305	175	105
Cantidad de Agentes	8	5	3
Cantidad de líneas telefónicas	14	8	6
Costo semanal del recurso humano	Q. 4,575	Q. 2,625	Q. 1,575
	USD 610	USD 350	USD 210
Costo por llamada	Q. 1.95	Q. 2.33	Q. 2.55
	USD 0.26	USD 0.31	USD 0.34
Tiempo de corrida del modelo	198 seg	78 seg	51 seg

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se hacen algunas observaciones sobre estos resultados para profundizar en las variaciones entre un modelo y otro:

- Si bien el costo semanal del Call Center disminuye a medida que el modelo atiende una menor cantidad de llamadas -debido a que está en función de las horas hombre requeridas- no significa precisamente que sea más eficiente, al contrario, el costo por llamada aumenta a medida que el modelo reduce su capacidad, situación que contradice totalmente a las economías de escala.
- La decisión de poner el doble de líneas telefónicas respecto del máximo de agentes requerido por turno resultó adecuada, ya que las tasas de bloqueo en los 3 modelos es satisfactoria (mucho menor del 1%) sin embargo, este indicador va disminuyendo cuando los modelos son de mayor capacidad.
- En general, puede decirse que los resultados esperados para un Call Center de estas características mejoran en la medida que éste incrementa su capacidad en función de sus indicadores clave de desempeño. De esta cuenta, se encontró que el modelo más ambicioso de los tres es el que tiene mayor capacidad, es decir, el de 10,000 llamadas mensuales, ya que cuenta con los mejores resultados para los parámetros establecidos, reduce significativamente los costos por llamada y alcanza a cubrir cualquier mes de la demanda objetivo en el mejor escenario (5%).



4. PROPUESTA DEL DISEÑO INICIAL DEL CALL CENTER DE INFORMACIÓN TURÍSTICA

4.1. Análisis de escenarios

De acuerdo con los resultados obtenidos para cada uno de los tres modelos que se evaluaron en el capítulo anterior, se identificaron ciertos criterios que son susceptibles de mejora en función del resultado o del costo esperado.

Por esta razón, los cambios que se puedan hacer a cada modelo generan escenarios que vale la pena analizar aprovechando las ventajas de la Simulación, relacionadas con la obtención de resultados en corto tiempo, así como los ahorros en costos por no tener que probar en el sistema real, y para este caso, probar con un sistema que no existe.

Modelo de 10,000 llamadas mensuales:

Inicialmente para este modelo se identificó una oportunidad de reducir las horas hombre requeridas semanalmente, ya que de acuerdo con las Tablas 7 y 8, la cantidad de agentes en ciertos turnos puede disminuir si se analiza con cuidado.

Por ejemplo, para ambos turnos de los días martes, miércoles y jueves (Tabla 7) se necesita un máximo de 3 operadores. Sin embargo, la cantidad de agentes requerida para cada rango horario de 30 minutos, en la mayoría de los casos es de 2.

Debido a que la necesidad de disponer de 3 agentes se presenta en los rangos de las 9:00 a 9:30 horas y en el de las 18:00 a 18:30, esta necesidad se puede reducir de acuerdo al siguiente criterio: se puede sacrificar el nivel de servicio del 93%, dado que éste es superior al estándar óptimo (80%).

Conforme a este criterio, se redujo de 3 a 2 la cantidad de operadores para el día martes, miércoles y jueves, de 6 a 5 operadores para el viernes, de 7 a 6 operadores para el sábado, y para el domingo se cambió de 7 a 5 en el primer turno y de 6 a 5 en el segundo. En la Tabla 27 se presenta cómo quedaría conformado este nuevo horario.

TABLA 27
Horas asignadas por agente y por día de la semana

AGENTE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	TOTAL
1		5*	5*	5*	5*	10	10	40
2	5*		5*	5*	10	10	5*	40
3	5**	5**		5**	5**	10	10	40
4	5**	5**	5**		10	10	5**	40
5	5*	5*			10	10	10	40
6			5**	5**	10	10	10	40
Total Horas	20	20	20	20	50	60	50	240

Fuente: Elaboración Propia

* Turno Matutino

** Turno Vespertino



El resultado de este escenario para una menor demanda de horas hombre por semana, se presenta en el Cuadro 5.

CUADRO 5
Reporte de Arena editado para las 100 réplicas del modelo de 10,000 llamadas

ARENA Simulation Results					
Jorge - License: STUDENT					
Output Summary for 100 Replications					
Project: Tesis 10K			Run execution date : 2/19/2008		
Analyst: Jorge Quijada			Model revision date: 2/19/2008		
Identifier	TALLY VARIABLES		Minimum	Maximum	Observations
	Average	Half Width			
Turistas Handle Time	2.9980	.06672	.00040	28.637	8905
Turistas Speed of Answer	.03307	.00512	.00000	.99709	8905
Identifier	OUTPUTS		Minimum	Maximum	#Replications
	Average	Half-width			
Turistas Service Level Percent	84.633	.12416	83.198	86.476	100
Turistas Num Blocked	.05000	.04403	.00000	1.0000	100
Turistas Blocking Percent	4.9560E-04	4.3641E-04	.00000	.01001	100
Turistas Num Abandoned	884.13	9.2144	779.00	989.00	100
Turistas Abandoned Percent	8.7759	.08080	7.8678	9.6903	100
Turistas In Target	8523.8	14.319	8322.0	8676.0	100
Simulation run time: 2.52 minutes.					
Simulation run complete.					

Fuente: Elaboración propia con datos del reporte de Arena

El cuadro anterior indica que el *Nivel de Servicio (SL)* esperado baja a 84.63%, el *Tiempo Promedio de Atención (AHT)* se mantiene en 3 minutos, la *Velocidad Promedio de Respuesta (ASA)* aumenta a 1.98 segundos, la *Tasa de Bloqueo* es del 0.05%, que la *Tasa de Abandono* incrementó a 8.78% y que las llamadas servidas dentro del objetivo disminuyen a 8,524.

El resultado de este escenario resulta satisfactorio, aún cuando los indicadores de desempeño mencionados mostraron un resultado menos favorable de forma generalizada, con respecto al escenario base ideal.

Por otro lado, este escenario requirió una menor fuerza laboral (6 agentes) las 14 líneas telefónicas que el modelo base utilizó se redujeron a 12, pudiéndose establecer el costo que representa para el Call Center la alternativa en evaluación:

$$240 \times 15 = Q.3,600 \text{ por semana (USD 480)}$$

Considerando el mes promedio de 4 semanas y las 8,524 llamadas que con este modelo se alcanzan a atender, el costo por llamada resultaría en:

$$(Q.3,600 \times 4) / 8,524 = Q1.69 \text{ por llamada (USD 0.23)}$$

Por lo tanto, ya que estos últimos dos parámetros mejoraron respecto del modelo base, el resultado general muestra que este escenario es atractivo, por lo que se acepta.



Modelo de 5,000 llamadas mensuales:

Para este modelo se identificó también la oportunidad de reducir las horas hombre requeridas semanalmente según las Tablas 10 y 11. Conforme al mismo criterio que se aplicó en el escenario anterior, se hicieron las modificaciones para ambos turnos de los días martes, miércoles, jueves y sábado, así como el primer turno del día domingo. En la Tabla 28 se presenta la forma en que quedaría este nuevo horario.

TABLA 28
Horas asignadas por agente y por día de la semana

AGENTE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	TOTAL
1		5*		5*	10	10	5*	35
2	5*		5*		5*	10	10	35
3	5**	5**	5**	5**	5**		5**	30
4					10	10	10	30
Total Horas	10	10	10	10	30	30	30	130

Fuente: Elaboración Propia

* Turno Matutino

** Turno Vespertino

El resultado para este escenario se presenta en el Cuadro 6.

CUADRO 6
Reporte de Arena editado para las 100 réplicas del modelo de 5,000 llamadas

ARENA Simulation Results					
Jorge - License: STUDENT					
Output Summary for 100 Replications					
Project: Tesis 5K			Run execution date : 2/19/2008		
Analyst: Jorge Quijada			Model revision date: 2/19/2008		
Identifier	TALLY VARIABLES		Minimum	Maximum	Observations
	Average	Half Width			
Turistas Handle Time	3.0030	.09594	.00076	26.448	4141
Turistas Speed of Answer	.03279	.00551	.00000	.99340	4141
Identifier	OUTPUTS		Minimum	Maximum	#Replications
	Average	Half-width			
Turistas Service Level Percent	78.009	.13962	76.587	79.757	100
Turistas Num Blocked	2.9500	.40842	.00000	9.0000	100
Turistas Blocking Percent	.05797	.00802	.00000	.17776	100
Turistas Num Abandoned	666.07	6.3148	591.00	726.00	100
Turistas Abandoned Percent	13.105	.10291	11.928	14.102	100
Turistas In Target	3963.4	8.3193	3859.0	4072.0	100
Simulation run time: 1.15 minutes.					
Simulation run complete.					

Fuente: Elaboración propia con datos del reporte de Arena

El cuadro anterior indica que el *Nivel de Servicio* (SL) esperado baja a 78%, el *Tiempo Promedio de Atención* (AHT) se mantiene en 3 minutos, la *Velocidad Promedio de Respuesta* (ASA) aumenta a 1.97 segundos, la *Tasa de Bloqueo* aumenta a 0.06%, la *Tasa de Abandono* incrementó a 13.10% y que las llamadas servidas dentro del objetivo se reducen a 3,963.



Este escenario no es satisfactorio, ya que todos los indicadores de desempeño mostraron un resultado menos favorable, especialmente el Nivel de Servicio que decayó por debajo del objetivo de 80%. Sin embargo, requirió una menor fuerza laboral (4 agentes) conservando las 6 líneas telefónicas que el modelo base utilizó, pudiéndose establecer el costo que representa para el Call Center la alternativa en evaluación:

$$130 \times 15 = Q.1,950 \text{ por semana (USD 260)}$$

Considerando el mes promedio de 4 semanas y las 3,963 llamadas que con este modelo se alcanzan a atender, el costo por llamada resultaría en:

$$(Q.1,950 \times 4) / 3,963 = Q1.97 \text{ por llamada (USD 0.26)}$$

Aún cuando estos últimos dos parámetros mejoraron respecto del modelo base, en general este escenario no muestra una mejora real, por lo que se descarta.

Modelo de 3,000 llamadas mensuales:

Inicialmente para este modelo, dado que es el de menor capacidad y que puede ser el esquema inicial para la operación del Call Center, se consideró hacer un pequeño cambio que no requiere mayor complicación ni tiene incidencia en los costos.

De esta cuenta, se pensó en que el Nivel de Servicio establecido (80 - 20) podría ser un poco más tolerante al cambiarlo a un 80 - 30, es decir, atender el 80% de las llamadas en 30 segundos ó menos y no en 20 como lo establece el modelo base. El resultado para este escenario se presenta en el Cuadro 7.

CUADRO 7
Reporte de Arena editado para las 100 réplicas del modelo de 3,000 llamadas

ARENA Simulation Results					
Jorge - License: STUDENT					
Output Summary for 100 Replications					
Project: Tesis 3K			Run execution date : 2/19/2008		
Analyst: Jorge Quijada			Model revision date: 2/19/2008		
Identifier	TALLY VARIABLES		Minimum	Maximum	Observations
	Average	Half Width			
Turistas Handle Time	2.9939	.12203	.00112	25.043	2554
Turistas Speed of Answer	.02497	.00535	.00000	.98602	2554
Identifier	OUTPUTS		Minimum	Maximum	#Replications
	Average	Half-width			
Turistas Service Level Percent	82.180	.14390	80.053	83.651	100
Turistas Num Blocked	.06000	.04798	.00000	1.0000	100
Turistas Blocking Percent	.00200	.00160	.00000	.03434	100
Turistas Num Abandoned	339.25	3.8416	277.00	382.00	100
Turistas Abandoned Percent	11.150	.11104	9.2766	12.578	100
Turistas In Target	2499.5	8.5535	2406.0	2608.0	100
Simulation run time: 0.85 minutes.					
Simulation run complete.					

Fuente: Elaboración propia con datos del reporte de Arena



El cuadro anterior indica que el *Nivel de Servicio* (SL) sube un punto a 82.18%, el *Tiempo Promedio de Atención* (AHT) se mantiene en 3 minutos, la *Velocidad Promedio de Respuesta* (ASA) continúa en 1.5 segundos, la *Tasa de Bloqueo* sigue siendo de 0.002%, la *Tasa de Abandono* se mantiene en 11% y que las llamadas servidas dentro del objetivo aumentan a 2,500.

Este escenario resulta satisfactorio, ya que algunos indicadores de desempeño, si no mostraron mejora, por lo menos continuaron en el mismo nivel, mientras que dos de ellos presentaron una mejora atractiva, el Nivel de Servicio y el total de llamadas atendidas. En general el resultado muestra que este escenario es más eficiente que el modelo base, razón por la que se toma como una mejora respecto a él.

Nuevamente, para este modelo se identificó la oportunidad de reducir las horas hombre requeridas semanalmente según las Tablas 13 y 14. Conforme al mismo criterio de los escenarios anteriores, se modificó únicamente el primer turno del día sábado. En la Tabla 29 se presenta la forma como quedaría este nuevo horario y en el Cuadro 8 los resultados para este escenario.

TABLA 29
Horas asignadas por agente y por día de la semana

AGENTE	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	TOTAL
1	5*			5*	5*	10	10	35
2		5*	5*		5**	10	10	35
3	5**	5**	5**	5**	10			30
Total Horas	10	10	10	10	20	20	20	100

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 8
Reporte de Arena editado para las 100 réplicas del modelo de 3,000 llamadas

ARENA Simulation Results					
Jorge - License: STUDENT					
Output Summary for 100 Replications					
Project: Tesis 3K			Run execution date : 2/19/2008		
Analyst: Jorge Quijada			Model revision date: 2/19/2008		
Identifier	TALLY VARIABLES		Minimum	Maximum	Observations
	Average	Half width			
Turistas Handle Time	2.9995	.12174	.00120	25.081	2506
Turistas Speed of Answer	.02758	.00551	.00000	.98874	2506
Identifier	OUTPUTS		Minimum	Maximum	#Replications
	Average	Half-width			
Turistas Service Level Percent	80.806	.15108	79.346	83.339	100
Turistas Num Blocked	7.1300	.68545	2.0000	17.000	100
Turistas Blocking Percent	.23473	.02243	.06566	.53442	100
Turistas Num Abandoned	364.47	3.7244	310.00	416.00	100
Turistas Abandoned Percent	12.031	.10496	10.763	13.324	100
Turistas In Target	2447.2	8.2202	2354.0	2544.0	100
Simulation run time: 0.70 minutes.					
Simulation run complete.					

Fuente: Elaboración propia con datos del reporte de Arena



El cuadro anterior indica que el *Nivel de Servicio* (SL) esperado baja a 80.81%, el *Tiempo Promedio de Atención* (AHT) se mantiene en 3 minutos, la *Velocidad Promedio de Respuesta* (ASA) aumenta a 1.65 segundos, la *Tasa de Bloqueo* incrementó a 0.23%, la *Tasa de Abandono* subió un punto porcentual (a 12%) y que las llamadas servidas dentro del objetivo disminuyen a 2,447.

El resultado de este escenario resulta satisfactorio, aún cuando los indicadores de desempeño mostraron un resultado menos favorable de forma generalizada, respecto al escenario mejorado anterior. Sin embargo, no se debe obviar el hecho que el Nivel de Servicio para esta configuración, aún cuando supera el objetivo establecido del 80%, se encuentra bastante ajustado y sin mayor oportunidad de soportar variabilidades.

Por otro lado, este escenario requirió de la misma fuerza laboral (3 agentes) la reducción planteada es directamente en las horas hombre a la semana que cada operador tiene asignadas, y las 6 líneas telefónicas que el modelo base utilizó, se reducen a 4. De esta forma se pudo establecer el costo que representa para el Call Center la alternativa en evaluación:

$$100 \times 15 = \text{Q.1,500 por semana (USD 200)}$$

Considerando el mes promedio de 4 semanas y las 2,447 llamadas que con este modelo se alcanzan a atender, el costo por llamada resultaría en:

$$(\text{Q.1,500} \times 4) / 2,447 = \text{Q2.45 por llamada (USD 0.33)}$$

Ya que estos últimos dos parámetros también mejoraron respecto del modelo base, el resultado general muestra que este escenario es atractivo, por lo que se puede aceptar.

Luego de analizar el resultado que se obtuvo con estos escenarios, se pudo concluir que la opción de reducir la cantidad de agentes en los turnos que presentan dicha oportunidad no siempre es viable, dado que en el segundo modelo el nivel de servicio cayó por debajo del objetivo, mientras que en el tercer modelo este indicador se vio comprometido al quedar justo por arriba del óptimo establecido. Se puede decir que esta estrategia es recomendable únicamente cuando se tenga una holgura del nivel de servicio suficientemente amplia (un 10% o más) pues de lo contrario -sacrificar dicha métrica- no justifica la mejora económica.

Por su parte, la decisión de ampliar la tolerancia en el Nivel de servicio de 80 - 20 a un 80 - 30 representa una mejora viable, dado que se logra atender un mayor número de llamadas y por ende incrementa el indicador principal SL. Lo bueno de esta medida es que no representa ninguna implicación directa en los costos del Centro.



4.2. Propuesta

Luego de efectuar algunas pruebas y cambios en los tres modelos desarrollados, a continuación se comparan, para cada modelo, los resultados obtenidos entre el ideal y su(s) escenario(s).

Modelo de 10,000 llamadas mensuales:

Inicialmente, vale la pena recordar que para este modelo se evaluaron dos alternativas: el escenario base o teórico y el escenario reducido en recurso humano. El primero de éstos, requiere la presencia de 8 operadores y 305 horas-hombre a la semana, mientras que el segundo disminuye la demanda del recurso humano a 6 operadores y 240 horas-hombre por semana.

La tabla 30 recoge los resultados que se obtuvieron para cada prueba y en la última columna se presenta la cuantificación de la mejora o reducción del nivel obtenido para cada parámetro.

TABLA 30
Comparación de resultados entre el ideal y sus escenarios

PARÁMETRO	BASE	E1	Variación
Nivel de Servicio (SL)	93%	85%	-8.6%
Tiempo Promedio de Atención (AHT)	3 min	3 min	0%
Velocidad Promedio de Respuesta (ASA)	0.9 seg	1.9 seg	111%
Tasa de Bloqueo	0%	0.05%	100%
Tasa de Abandono	4%	9%	125%
Llamadas servidas	9,365	8,524	-8.9%
Meses cubiertos del mercado objetivo	12 (5%)	11 (5%)	-8%
Horas-hombre a la semana	305	240	-21%
Cantidad de Agentes	8	6	-25%
Cantidad de líneas telefónicas	14	12	-14%
Costo semanal del recurso humano	Q. 4,575	Q. 3,600	-21%
	USD 610	USD 480	-21%
Costo por llamada	Q. 1.95	Q. 1.69	-11.5%
	USD 0.26	USD 0.23	-11.5%

Fuente: Elaboración Propia

Conforme a esta información, el escenario 1 resulta más atractivo respecto del modelo base, razón por la que es preferible el primero de éstos como diseño inicial para los meses de mayor demanda turística y para un diseño de mayor capacidad.



De acuerdo con esta decisión, el modelo es capaz de servir las llamadas de hasta un 5% de los turistas que ingresen a Guatemala en cualquier mes del año (según el mercado objetivo presentado en la Tabla 4).

Asimismo, se debe aclarar que para llegar a esta meta de servicio, los esfuerzos necesarios son menores, como la inversión en equipo (máquinas y líneas telefónicas) capacitación de los operadores y gastos publicitarios, entre otros, situación que a su vez representa un gasto inicial más bajo.

Modelo de 5,000 llamadas mensuales:

Se debe recordar que para este modelo se evaluaron dos alternativas: el escenario base o teórico y el escenario reducido en recurso humano. El primero de éstos, requiere la presencia de 5 agentes y 175 horas-hombre a la semana, mientras que el segundo disminuye la demanda del recurso humano a 4 agentes y 130 horas-hombre por semana.

La tabla 31 recoge los resultados que se obtuvieron para cada prueba y en la última columna se presenta la cuantificación de la mejora o reducción del nivel obtenido para cada parámetro.

TABLA 31
Comparación de resultados entre el ideal y sus escenarios

PARÁMETRO	BASE	E1	Variación
Nivel de Servicio (SL)	89%	78%	-12.4%
Tiempo Promedio de Atención (AHT)	3 min	3 min	0%
Velocidad Promedio de Respuesta (ASA)	1.2 seg	2.0 seg	66.7%
Tasa de Bloqueo	0.002%	0.06%	2900%
Tasa de Abandono	6.5%	13.1%	101.5%
Llamadas servidas	4,512	3,963	-12.2%
Meses cubiertos del mercado objetivo	12 (2%)	12 (2%)	0%
Horas-hombre a la semana	175	130	-25.7%
Cantidad de Agentes	5	4	-20%
Cantidad de líneas telefónicas	8	6	-25%
Costo semanal del recurso humano	Q. 2,625	Q. 1,950	-25.7%
	USD 350	USD 260	-25.7%
Costo por llamada	Q. 2.33	Q. 1.97	-15.5%
	USD 0.31	USD 0.26	-15.5%

Fuente: Elaboración Propia

Conforme a estos resultados, resulta evidente la superioridad del modelo base respecto del escenario evaluado, razón por la que resulta preferible el primero de éstos como diseño inicial para los meses de menor demanda.



De acuerdo con esta decisión, el modelo es capaz de servir las llamadas de hasta un 2% de los turistas que ingresen a Guatemala en cualquier mes del año (según el mercado objetivo presentado en la Tabla 4). La meta de servicio de esta configuración requiere de menores esfuerzos que si se quisiera abarcar un mayor mercado, en especial aquellos relacionados con la inversión inicial (máquinas y líneas telefónicas) la capacitación de los operadores, campañas publicitarias y la mercadotecnia en general, entre otros, por lo que este modelo resulta más fácil de implementar.

Modelo de 3,000 llamadas mensuales:

Para este modelo, se debe recordar que se evaluaron tres alternativas: el escenario base, el escenario con mayor tolerancia en el ASA, y el escenario reducido en recurso humano. Tanto el primero como el segundo, requieren la presencia de 3 agentes y 105 horas-hombre a la semana, mientras que el tercero disminuye la demanda del recurso humano a 100 horas-hombre por semana, manteniendo los mismo 3 agentes. Por su parte, el segundo escenario varía con respecto al primero respecto al tiempo promedio de respuesta, ya que el segundo escenario es más flexible al aumentar este parámetro a 30 segundos.

La Tabla 32 recoge los resultados que se obtuvieron tanto para el modelo base como para cada escenario, y en la última columna se presenta la cuantificación de la mejora o reducción del nivel obtenido para cada parámetro.

TABLA 32
Comparación de resultados entre el ideal y sus escenarios

PARÁMETRO	BASE	E1	B-E1	E2	E1-E2
Nivel de Servicio (SL)	81.23%	82.18%	1.17%	80.81%	-1.67%
Tiempo Medio de Atención (AHT)	3 min	3 min	0%	3 min	0%
Velocidad Media de Respuesta (ASA)	1.5 seg	1.5 seg	0%	1.65 seg	10%
Tasa de Bloqueo	0.002%	0.002%	0%	0.23%	11,400%
Tasa de Abandono	11%	11%	0%	12%	9%
Llamadas servidas	2,471	2,500	1.17%	2,447	-2.12%
Meses cubiertos	4 (2%)	4 (2%)	0%	4 (2%)	0%
Horas-hombre a la semana	105	105	0%	100	-4.76%
Cantidad de Agentes	3	3	0%	3	0%
Cantidad de líneas telefónicas	6	6	0%	4	-33%
Costo semanal del RRHH	Q. 1,575	Q. 1,575	0%	Q. 1,500	-4.76%
	USD 210	USD 210	0%	USD 200	-4.76%
Costo por llamada	Q. 2.55	Q. 2.52	-1.18%	Q. 2.45	-2.78%
	USD 0.34	USD 0.34	-1.18%	USD 0.33	-2.78%

Fuente: Elaboración Propia



De acuerdo con los resultados, el modelo base fue mejorado por el escenario 1, mientras el segundo escenario mejoró los costos, pero ubicó a los principales indicadores justo por arriba del objetivo planteado. Aún con estas condiciones, se debe considerar el segundo escenario para el diseño inicial.

Sin embargo, dado que este modelo es capaz de servir únicamente las llamadas de los cuatro meses más bajos del mercado objetivo menor (2%) para el resto de meses se debe recurrir al modelo próximo de mayor capacidad, por lo que el modelo de 3,000 (aún en su versión mejorada) llamadas no resulta del todo adecuado.

De esta forma, según el mes del año y mercado objetivo que se desea cubrir, se propone la aplicación del siguiente esquema, con el afán de planificar y adaptar el modelo que mejor se ajuste a las necesidades específicas:

- Si se opta por **un modelo más ambicioso**, por ende con mayor cobertura, se recomienda aplicar **el modelo mejorado de las 10,000 llamadas mensuales**, con 6 operadores y 240 horas-hombre a la semana, pues este modelo cumple perfectamente con el objetivo de atender, mes a mes y con un nivel de servicio adecuado, el 5% de la demanda turística que ingresa en territorio Guatemalteco.
- Por su parte, si se prefiere un esquema más moderado para satisfacer hasta el 2% de la demanda turística, se recomienda aplicar el modelo mejorado de las 3,000 llamadas mensuales con ASA de 30 segundos (Escenario 2) para los meses de abril, mayo, septiembre y octubre. El resto de los meses, el Call Center se debe ajustar al modelo base de las 5,000 llamadas mensuales, con 5 operadores y 175 horas-hombre a la semana.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. En relación al objetivo que se perseguía con el presente estudio, se considera que éste se alcanzó satisfactoriamente, ya que queda asentado un modelo de simulación práctico y congruente para Guatemala, aún cuando no se contaban con datos históricos, debido a la inexistencia de este tipo de servicio. A la vez, mediante este modelo de simulación generado, se cumplió con el propósito de dimensionar la capacidad operativa con la que el Call Center de Información Turística de Guatemala debe iniciar a funcionar, para cubrir cierto segmento de mercado en específico.
2. Se pudo identificar que, con casi el 20% del volumen anual, el bimestre julio-agosto es el de mayor importancia para la industria del turismo en Guatemala, razón por la que en el diseño operativo del Call Center se debe poner especial cuidado en la configuración o dimensionamiento de estos meses.
3. Por su parte, los bimestres abril-mayo y septiembre-octubre son los de menor movimiento con cerca del 14% del volumen anual, por lo que para estos meses se puede aplicar el modelo mejorado con la menor capacidad.
4. Se encontró que el día de la semana con la menor actividad turística es el día lunes (6%), situación que se puede explicar por la política de mantenimiento y limpieza que los destinos turísticos aplican en ese día cerrando sus puertas al público.
5. El 68% del volumen semanal de llamadas se concentra en los últimos 3 días de la semana, teniendo el pico máximo en el día sábado que concentra el 25%, por lo que se confirma la importancia del fin de semana para las actividades turísticas.
6. Luego de efectuar la corrida de 500 réplicas del modelo del sistema bajo estudio, se encontró que la cantidad adecuada de réplicas con que se debe contar para tener resultados válidos y estadísticamente significativos es de 100 cada vez que se quiera evaluar un escenario diferente.
7. La decisión de poner el doble de líneas telefónicas respecto del máximo de agentes requerido por turno resultó adecuada, ya que las tasas de bloqueo en los 3 modelos es satisfactoria (mucho menor del 1%). Adicionalmente, se encontró que este indicador disminuye conforme los modelos aumentan de capacidad.
8. Se puede decir que, el criterio de abandono de 60 segundos que se seleccionó como el margen de tolerancia que un Cliente está dispuesto a esperar para ser atendido, es adecuado, debido a que los resultados arrojan niveles congruentes y realistas para los tres modelos.



9. Si bien el costo semanal del Call Center disminuye a medida que el modelo atiende una menor cantidad de llamadas -debido a que está en función de las horas hombre requeridas- no significa precisamente que sea más barato, ya que el costo por llamada disminuye a medida que el modelo aumenta su capacidad, razón por la que se comprueba el beneficio de las economías de escala.
10. Se encontró que la opción de reducir la cantidad de agentes en cada turno para minimizar costos no siempre es viable, dado que en uno de los tres modelos el resultado decayó drásticamente con respecto al obtenido para el modelo base y en otro modelo, los indicadores quedaron justo por arriba de los ideales, por lo que la mejoría en los costos del Call Center no justifica la reducción en el servicio brindado.
11. La decisión de ampliar la tolerancia del Nivel de servicio de 80-20 a un 80-30 en el modelo de 3,000 llamadas si presentó mejoras, dado que se logra atender un mayor número de llamadas y por ende incrementa el indicador principal SL. Asimismo, se encontró que esta estrategia no tiene implicación directa en los costos del Centro.
12. Dado que el modelo de 3,000 llamadas -aún en su configuración mejorada- alcanza a cubrir únicamente los 4 meses más bajos del año, éste resulta con una aplicabilidad baja, razón por la que se recomienda sustituir su utilización por el modelo de 5,000 llamadas mensuales para satisfacer el 2% de la población turística que ingresa al territorio guatemalteco.
13. Ya que los resultados obtenidos para los modelos ideales fueron satisfactorios, se puede concluir que la metodología empleada en los cálculos teóricos de la cantidad de agentes requerida es una buena aproximación, por lo que para futuros análisis se puede recurrir nuevamente a esta técnica como punto de partida.
14. El presente trabajo cumplió con las expectativas personales que tenía respecto de iniciarme en la Simulación, especialmente en el campo de los Call Centers, ya que me permitió experimentar los beneficios de esta disciplina, sobre todo cuando, lejos de cumplir con un requisito académico para la titulación y obtención del grado, este tema ha sido de mi interés y figura en mi plan de vida como un proyecto que planeo poner en marcha en mi país. Sin embargo, también se debe reconocer que esta herramienta presenta algunas limitantes en los procesos reales como: desconocimiento de las tasas de llamadas por período de tiempo, que no se puede manipular la adherencia de los operadores a los horarios, no contempla las caídas del sistema, entre otras.



ANEXOS

ENTREVISTA CON ENCARGADOS DE CALL CENTERS

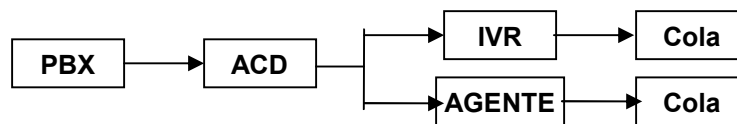
Nombre: Alejandro Sirgo	Fecha: 07-Mayo-2007
Empresa: Call Center de American Express	Antigüedad: 8 años

GENERALIDADES

- 1) Qué tipo de servicio ofrece el CC? (dudas, quejas, promociones)
Servicio al Cliente, cobranzas y autorizaciones.
- 2) A qué tipo de personas está dirigido el servicio del CC?
Tarjetahabientes, prospectos de TH y público en general.
- 3) Sólo reciben llamadas o también llaman Clientes?
Ambas, a razón de: inbound como 90% y outbound como 10%
- 4) En qué horarios funciona el CC?
Lunes a domingo de 6:00 a 23:00 horas.

ASPECTOS TÉCNICOS

- 5) De cuántas líneas telefónicas dispone el CC?
Desconoce la cantidad de líneas, pero sólo su área tiene 40 estaciones de trabajo.
- 6) Cuántos operadores integran la fuerza laboral del CC?
25 personas sólo en su área que es Reemplazo de plásticos.
- 7)Cuál es la configuración de los elementos técnicos del CC? (PBX, IVR, ACD...)



ASPECTOS CONCEPTUALES

- 8) Conoce las estrategias *Multiskill* o *Skill Based Routing*? cuál aplica en el CC?
Si, la Multiskill
- 9) Qué indicadores de desempeño maneja o con cuáles está familiarizado?
Nivel de Servicio (SL), Tiempo promedio de atención (AHT), Transfer rate
- 10) Cómo programa su equipo de operadores (Scheduling)? (semana, mes...)
En base al forecast que genera el software (Avaya, Centerview de Lucent). A medio mes solicita el forecast del mes próximo, y el sistema lo genera detallando día por día.



ESTADÍSTICAS

11) Podría facilitar estadísticas de los siguientes aspectos?

- a) Nivel de servicio del CC (ideal y operativo)
Menor a 20 segundos 80%, sin tiempo es del 95%.

- b) Patrón de llegada de las llamadas (tasa de llegadas y patrón semanal)
*Patrón de llamadas: mensual un promedio de 30,000 a 40,000 llamadas.
Diario: promedio de 1,100 llamadas, martes 1,500, sábado 600 y domingo unas 300.
De 6- 9 horas un 5%; de 9-11 un 15%; de 11-13:30 un 15%, de 13:30-16:00 un 20%;
de 16:00-19:00 un 30%; y de 19:00-23:00 horas el 15% restante.*

- c) Volumen histórico de llamadas (preferible últimos 2 años)
Sin acceso a esta información.

- d) Tasa de servicio del CC (mínimo, máximo y más probable)
AHT objetivo es de 180 segundos, el mínimo de 120 y el máximo de 310 segundos.

- e) Tasa de abandono y el criterio de abandono (punto crítico de tiempo)
2% si son menores a 10 segundos.

- f) Tasa de re-llamada
Desconoce el dato, pero el Transfer rate es menor al 10%.

- g) Tiempo promedio de espera
20 segundos.

- h) Clientes promedio en cola (en espera)
De 5 a 8 clientes.

- i) Nivel de ocupación de los operarios
75% del tiempo ocupados y el 25% en break (comida, dinámicas, entretenimiento, etc.)

- j) Nivel de utilización de las líneas
Desconoce el dato.

- k) Costos de operadores: disponible, ocupado y por uso
Costo por llamada: Presupuesto (budget) ejecutado entre total de llamadas (+/- USD 0.28)

- l) Costo de cliente en espera (por hora)
Desconoce el dato.

- m) Costo asociado al abandono (perder la llamada del contacto)
Desconoce el dato.



TABLA 33
Resultado de 500 corridas para la variable Nivel de Servicio (SL)

No	SL	Prom	No	SL	Prom	No	SL	Prom	No	SL	Prom	No	SL	Prom
1	92.47	92.47	51	92.86	92.94	101	92.72	92.99	151	92.87	93.01	201	93.30	93.00
2	93.37	92.92	52	92.95	92.94	102	92.23	92.98	152	92.79	93.00	202	92.69	93.00
3	92.42	92.76	53	92.51	92.93	103	93.31	92.99	153	92.47	93.00	203	92.10	92.99
4	92.13	92.60	54	92.40	92.92	104	93.31	92.99	154	93.12	93.00	204	92.50	92.99
5	92.60	92.60	55	93.17	92.93	105	92.48	92.99	155	93.34	93.00	205	92.65	92.99
6	93.20	92.70	56	93.27	92.94	106	93.23	92.99	156	93.54	93.01	206	92.96	92.99
7	93.17	92.77	57	93.07	92.94	107	93.64	92.99	157	92.89	93.01	207	92.80	92.99
8	93.51	92.86	58	92.73	92.93	108	92.78	92.99	158	92.89	93.01	208	92.94	92.99
9	93.37	92.92	59	92.82	92.93	109	93.08	92.99	159	93.16	93.01	209	93.32	92.99
10	93.02	92.93	60	92.78	92.93	110	93.59	93.00	160	93.13	93.01	210	92.13	92.98
11	92.14	92.85	61	93.10	92.93	111	92.66	93.00	161	92.60	93.00	211	93.70	92.99
12	92.64	92.84	62	92.52	92.93	112	93.16	93.00	162	92.26	93.00	212	92.92	92.99
13	93.30	92.87	63	92.63	92.92	113	92.69	92.99	163	92.46	93.00	213	92.91	92.99
14	93.61	92.92	64	93.20	92.93	114	92.89	92.99	164	93.98	93.00	214	93.39	92.99
15	92.83	92.92	65	93.19	92.93	115	93.39	93.00	165	92.10	93.00	215	92.36	92.99
16	93.26	92.94	66	93.50	92.94	116	93.50	93.00	166	93.01	93.00	216	92.68	92.98
17	93.26	92.96	67	92.94	92.94	117	93.26	93.00	167	93.60	93.00	217	93.42	92.99
18	92.84	92.95	68	93.18	92.94	118	92.49	93.00	168	93.04	93.00	218	92.54	92.98
19	92.91	92.95	69	92.72	92.94	119	93.07	93.00	169	93.14	93.00	219	92.51	92.98
20	92.50	92.93	70	93.47	92.95	120	93.18	93.00	170	92.84	93.00	220	92.84	92.98
21	93.26	92.94	71	92.86	92.95	121	93.30	93.00	171	93.49	93.00	221	93.22	92.98
22	92.65	92.93	72	93.84	92.96	122	92.94	93.00	172	92.44	93.00	222	93.11	92.98
23	93.16	92.94	73	92.82	92.96	123	93.29	93.00	173	92.08	92.99	223	92.95	92.98
24	92.78	92.93	74	92.80	92.95	124	93.76	93.01	174	93.38	93.00	224	93.22	92.98
25	93.18	92.94	75	93.51	92.96	125	93.32	93.01	175	92.69	93.00	225	92.60	92.98
26	93.08	92.95	76	93.56	92.97	126	92.93	93.01	176	93.18	93.00	226	92.65	92.98
27	93.07	92.95	77	93.67	92.98	127	92.72	93.01	177	92.79	93.00	227	93.06	92.98
28	92.97	92.95	78	92.61	92.97	128	93.50	93.01	178	93.37	93.00	228	92.45	92.98
29	92.86	92.95	79	93.63	92.98	129	93.49	93.02	179	93.27	93.00	229	92.85	92.98
30	92.64	92.94	80	93.68	92.99	130	92.73	93.02	180	92.77	93.00	230	93.25	92.98
31	92.40	92.92	81	93.13	92.99	131	93.68	93.02	181	92.53	92.99	231	93.35	92.98
32	92.73	92.92	82	93.26	93.00	132	92.63	93.02	182	93.21	93.00	232	92.46	92.98
33	92.71	92.91	83	93.04	93.00	133	93.08	93.02	183	93.47	93.00	233	92.34	92.98
34	92.32	92.89	84	92.88	92.99	134	92.75	93.02	184	92.97	93.00	234	92.42	92.97
35	93.65	92.91	85	92.66	92.99	135	93.17	93.02	185	92.57	93.00	235	92.78	92.97
36	93.00	92.92	86	93.29	92.99	136	92.06	93.01	186	93.44	93.00	236	92.77	92.97
37	93.30	92.93	87	93.12	93.00	137	93.10	93.01	187	92.81	93.00	237	92.96	92.97
38	92.96	92.93	88	92.60	92.99	138	92.17	93.00	188	93.34	93.00	238	93.02	92.97
39	93.35	92.94	89	93.28	92.99	139	93.52	93.01	189	93.16	93.00	239	92.82	92.97
40	92.75	92.93	90	92.82	92.99	140	92.95	93.01	190	93.00	93.00	240	92.46	92.97
41	92.59	92.92	91	92.78	92.99	141	93.70	93.01	191	92.48	93.00	241	92.81	92.97
42	93.94	92.95	92	92.56	92.99	142	92.95	93.01	192	93.17	93.00	242	92.60	92.97
43	93.83	92.97	93	93.18	92.99	143	92.96	93.01	193	93.21	93.00	243	92.88	92.97
44	93.03	92.97	94	92.92	92.99	144	92.80	93.01	194	92.71	93.00	244	92.65	92.97
45	93.18	92.98	95	92.61	92.98	145	93.51	93.01	195	93.25	93.00	245	92.51	92.96
46	91.61	92.95	96	93.32	92.99	146	92.46	93.01	196	93.26	93.00	246	93.01	92.96
47	92.68	92.94	97	93.08	92.99	147	92.76	93.01	197	92.75	93.00	247	93.13	92.96
48	92.54	92.93	98	93.02	92.99	148	92.41	93.00	198	92.35	93.00	248	93.36	92.97
49	93.38	92.94	99	93.32	92.99	149	92.66	93.00	199	92.52	92.99	249	93.56	92.97
50	93.12	92.94	100	93.36	92.99	150	93.55	93.01	200	93.55	93.00	250	92.58	92.97



No	SL	Prom	No	SL	Prom	No	SL	Prom	No	SL	Prom	No	SL	Prom
251	92.54	92.97	301	92.67	92.96	351	93.05	92.94	401	93.21	92.94	451	92.63	92.95
252	93.09	92.97	302	93.62	92.96	352	92.70	92.94	402	92.17	92.94	452	93.17	92.95
253	92.67	92.96	303	92.79	92.96	353	93.13	92.94	403	93.67	92.94	453	93.48	92.95
254	92.55	92.96	304	92.20	92.95	354	92.84	92.94	404	92.85	92.94	454	94.08	92.95
255	92.67	92.96	305	93.20	92.96	355	92.45	92.94	405	93.45	92.95	455	93.84	92.95
256	92.49	92.96	306	93.42	92.96	356	93.08	92.94	406	93.38	92.95	456	92.89	92.95
257	92.57	92.96	307	92.72	92.96	357	92.88	92.94	407	92.60	92.95	457	92.83	92.95
258	93.58	92.96	308	93.81	92.96	358	93.41	92.94	408	93.71	92.95	458	92.72	92.95
259	92.55	92.96	309	93.54	92.96	359	93.18	92.94	409	93.34	92.95	459	93.04	92.95
260	93.19	92.96	310	92.71	92.96	360	93.45	92.94	410	92.65	92.95	460	92.56	92.95
261	93.35	92.96	311	92.59	92.96	361	92.88	92.94	411	92.63	92.95	461	92.87	92.95
262	92.76	92.96	312	93.06	92.96	362	93.06	92.94	412	92.78	92.95	462	93.19	92.95
263	93.28	92.96	313	92.65	92.96	363	92.42	92.94	413	92.06	92.94	463	93.11	92.95
264	93.44	92.96	314	92.86	92.96	364	93.54	92.94	414	93.40	92.95	464	93.50	92.95
265	92.37	92.96	315	93.17	92.96	365	92.87	92.94	415	93.31	92.95	465	92.09	92.95
266	93.08	92.96	316	93.21	92.96	366	92.74	92.94	416	93.43	92.95	466	93.43	92.95
267	93.05	92.96	317	93.02	92.96	367	92.54	92.94	417	93.13	92.95	467	92.48	92.95
268	91.92	92.96	318	92.49	92.96	368	92.58	92.94	418	93.05	92.95	468	93.19	92.95
269	92.64	92.96	319	92.47	92.96	369	93.16	92.94	419	93.52	92.95	469	92.98	92.95
270	91.93	92.95	320	93.39	92.96	370	92.85	92.94	420	92.96	92.95	470	92.69	92.95
271	93.03	92.95	321	93.02	92.96	371	92.53	92.94	421	92.84	92.95	471	93.49	92.95
272	92.94	92.95	322	93.18	92.96	372	92.35	92.94	422	93.23	92.95	472	92.05	92.95
273	92.92	92.95	323	92.74	92.96	373	92.75	92.94	423	92.90	92.95	473	92.96	92.95
274	93.37	92.96	324	92.66	92.96	374	92.53	92.94	424	92.62	92.95	474	93.07	92.95
275	93.04	92.96	325	92.78	92.96	375	93.71	92.94	425	92.73	92.95	475	93.23	92.95
276	93.51	92.96	326	91.76	92.95	376	93.03	92.94	426	92.39	92.95	476	92.92	92.95
277	93.33	92.96	327	92.51	92.95	377	93.61	92.94	427	92.21	92.95	477	93.34	92.95
278	93.15	92.96	328	93.18	92.95	378	93.09	92.94	428	93.96	92.95	478	92.11	92.95
279	92.90	92.96	329	92.81	92.95	379	93.01	92.94	429	93.15	92.95	479	92.98	92.95
280	93.39	92.96	330	93.12	92.95	380	93.60	92.94	430	92.12	92.95	480	92.88	92.95
281	92.99	92.96	331	92.91	92.95	381	91.88	92.94	431	93.66	92.95	481	92.63	92.95
282	92.95	92.96	332	92.79	92.95	382	93.43	92.94	432	92.89	92.95	482	93.94	92.95
283	92.41	92.96	333	92.78	92.95	383	93.12	92.94	433	92.89	92.95	483	93.34	92.95
284	93.03	92.96	334	92.84	92.95	384	93.26	92.94	434	93.63	92.95	484	92.21	92.95
285	93.01	92.96	335	92.76	92.95	385	93.65	92.95	435	92.69	92.95	485	93.34	92.95
286	93.20	92.96	336	93.07	92.95	386	92.70	92.95	436	93.08	92.95	486	92.97	92.95
287	93.52	92.96	337	92.34	92.95	387	92.35	92.94	437	93.04	92.95	487	92.81	92.95
288	92.48	92.96	338	92.78	92.95	388	93.05	92.94	438	93.00	92.95	488	92.57	92.95
289	93.24	92.96	339	92.81	92.95	389	93.38	92.95	439	92.95	92.95	489	92.80	92.95
290	92.79	92.96	340	92.57	92.95	390	92.90	92.94	440	92.67	92.95	490	92.28	92.95
291	92.67	92.96	341	92.74	92.95	391	93.20	92.95	441	93.33	92.95	491	93.31	92.95
292	92.64	92.96	342	92.89	92.95	392	93.46	92.95	442	92.70	92.95	492	93.01	92.95
293	92.96	92.96	343	92.86	92.95	393	92.93	92.95	443	92.81	92.95	493	92.34	92.95
294	92.58	92.96	344	92.92	92.95	394	92.69	92.95	444	93.80	92.95	494	92.57	92.95
295	92.72	92.96	345	92.85	92.95	395	92.49	92.95	445	92.94	92.95	495	93.10	92.95
296	93.11	92.96	346	92.58	92.94	396	93.02	92.95	446	93.30	92.95	496	93.14	92.95
297	93.04	92.96	347	92.51	92.94	397	92.82	92.94	447	92.83	92.95	497	91.95	92.95
298	93.75	92.96	348	92.71	92.94	398	92.29	92.94	448	92.20	92.95	498	92.59	92.95
299	92.64	92.96	349	92.94	92.94	399	93.26	92.94	449	92.66	92.95	499	92.95	92.95
300	92.14	92.96	350	92.89	92.94	400	92.88	92.94	450	92.94	92.95	500	92.79	92.95

Fuente: Elaboración Propia



REPORTE 1

Reporte de ARENA de 1 corrida para el modelo de 10,000 llamadas

ARENA Simulation Results
Jorge - License: STUDENT

Summary for Replication 1 of 1

Project: Tesis 10K
Analyst: Jorge Quijada

Run execution date : 2/19/2008
Model revision date: 2/19/2008

Replication ended at time : 40320.0 Minutes (Tuesday, January 29, 2008, 08:30:00)
Base Time Units: Minutes

Identifier	TALLY VARIABLES				
	Average	Half width	Minimum	Maximum	Observations
Time In TurAgent1 Queue	.01700	.00306	.00000	.99871	9476
Turistas Handle Time	2.9901	.07283	2.8203E-04	29.213	9476
Turistas Time in Call Center	3.0071	.07316	2.8203E-04	29.213	9476
Turistas Time from Message to Return	--	--	--	--	0
Turistas Speed of Answer	.01700	.00306	.00000	.99871	9476
Time In TurAgent1 Handle Time	3.0071	.07316	2.8203E-04	29.213	9476

Identifier	DISCRETE-CHANGE VARIABLES				
	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final Value
TurAgent1 Out Util	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
TurAgent1_R On Duty	.41667	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
TurAgent1_R Number Avail	1.8154	(Insuf)	.00000	7.0000	.00000
TurAgent1 In Util	.70275	(Corr)	.00000	7.0000	.00000
TurAgent1_R Number Busy	.70275	(Corr)	.00000	7.0000	.00000
TurAgent1 Email Util	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
TurAgent1 other Util	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
Turismo Number Busy	.71324	(Corr)	.00000	11.000	.00000
TurAgent1 Call Util	.70275	(Corr)	.00000	7.0000	.00000
TurAgent1 Turistas Util	.70275	(Corr)	.00000	7.0000	.00000
TurAgent1_R Number Idle	1.1176	.20340	.00000	7.0000	.00000
Turismo Utilization	5.0945	(Corr)	.00000	78.571	.00000
TurAgent1 WebHit Util	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
TurAgent1 Fax Util	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
Turismo Available	13.286	(Corr)	3.0000	14.000	14.000

Identifier	CONTINUOUS-CHANGE STATISTICS				
	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final Value
Ruteo Directo	1.0000	.00000	1.0000	1.0000	1.0000

Identifier	COUNTERS	
	Count	Limit
Turistas Processed	9476	Infinite
Turistas Incoming	10018	Infinite
Turistas Call Back Message	0	Infinite
Turistas Calls Abandoned after MT	0	Infinite
Turistas Blocked	0	Infinite
Turistas Enter Center	10018	Infinite
Turistas Calls Returned	0	Infinite
Turistas Call Back Abandoned	0	Infinite
Turistas Call Back Blocked	0	Infinite
Turistas Script Transfer	0	Infinite
Turistas Call Back Disconnected	0	Infinite
Turistas Abandoned	422	Infinite
Turistas Answered within X Minutes	9264	Infinite
Turistas Disconnected	120	Infinite
Turistas Leaving Message	0	Infinite
Turistas Created	0	Infinite
Turistas Call Back Served	0	Infinite



Identifíer	OUTPUTS Value
Turistas Waiting	.00000
TurAgent1_R Idle	1.1127
Turismo Busy Cost	.00000
Turistas Handled	9476.0
TurAgent1 Email Utilization	.00000
Turistas Num Leaving Message	.00000
TurAgent1 webHit Utilization	.00000
Turistas Call Back Disconnected	.00000
Turistas Call Back Blocked	.00000
Turistas Call Back Message	.00000
Turistas Call Back Abandoned	.00000
TurAgent1 Turistas UtilOUT	24.094
TurAgent1 Inbound Utilization	24.094
Turistas Calls Returned	.00000
Turistas Calls Abandoned after MT	.00000
Turistas Call Back Served	.00000
Turistas In System	.00000
Turismo Available	13.286
TurAgent1_R Per Use Cost	.00000
Turistas Service Level Percent	92.473
TurAgent1 Call Utilization	24.094
Turistas Num Disconnected	120.00
Turistas Abandoned Percent	4.2124
TurAgent1 Fax Utilization	.00000
TurAgent1 Est On Duty	4.3571
Turistas Target	20.000
TurAgent1 Busy	1.6866
Turistas Created	10018.
TurAgent1 Busy Cost	.00000
Turistas Num Blocked	.00000
Turistas In Target	9264.0
Turistas BlockingPercent	.00000
Turismo Number Busy	.71324
TurAgent1 Other Utilization	.00000
Turistas Offered	10018.
TurAgent1 Utilization	24.094
Turismo Utilization	5.0945
Turistas Num Outstanding	.00000
TurAgent1 Available	2.6823
Turistas Num Abandoned	422.00
TurAgent1 Idle Cost	.00000
TurAgent1 Outbound Utilization	.00000
System.NumberOut	.00000

Simulation run time: 0.03 minutes.
Simulation run complete.



COMPARACIÓN DEL USO DE ENTORNOS DE SIMULACIÓN

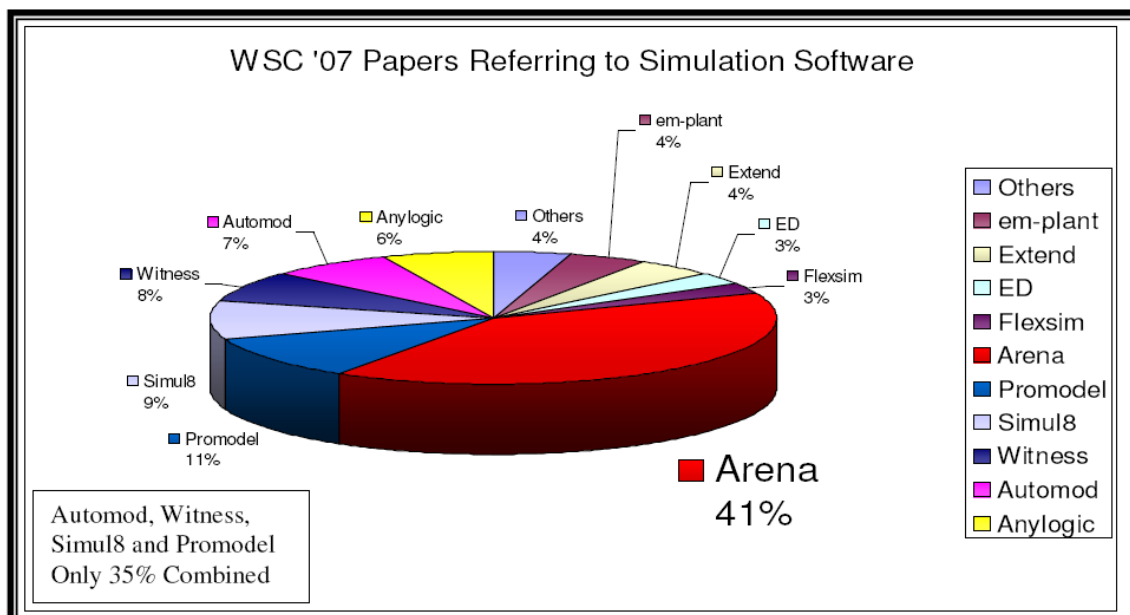
Rockwell Automation

Arena Comparison Statement

How do you compare apples to oranges? Pickup trucks to compact sedans? One simulation software product to another? By what measure do you judge the value of one simulation tool against another? A search of the Internet will show you a range of products all claiming to do the same thing...make your work easier, improve your productivity, save you money. But how can you decide what really sets one product apart from all the rest?

Empirical evidence.

Look at the evidence shown in the pages of the proceedings of the world's leading conference on discrete-event simulation—the Winter Simulation Conference (www.wintersim.org). If you were to search for the number of papers that mention the various simulation packages, here's what you'd find:



Those numbers are quite revealing. If the other high-end packages were as good as Arena, wouldn't you expect *roughly* the same number of simulation professionals to submit technical papers referencing each of these packages at the world's leading simulation venue? The numbers aren't even close!

And if the low-end simulation packages were as good as Arena, wouldn't you expect them, in a free market, to do the same thing to Arena that Wal-Mart has done to many retailers across the nation? i.e., wouldn't they put Arena out of business? Well, our business grew nicely in 2006 and Arena sales in 2007 have been even stronger!

It's hard to find reliable, feature-by-feature comparisons of all the simulation packages on the market. Yet when you look at the **empirical evidence**, it's easy to see what the world body of simulation users thinks about the various tools out there. Clearly, Arena is the undisputed tool of choice among serious users of business process simulation. It's not the least expensive package on the market, nor is it the most expensive; it's simply the best. No other explanation of the facts presented above makes sense.

Fuente: <http://www.arenasimulation.com/news/docs/Arena%20comparison%20statement%202007.pdf>



TABLA 34
Turistas que ingresaron a Guatemala por nacionalidad

AÑO	El Salvador	%	EE.UU y Canadá	%	Resto Centro América	%	Europa	%	Sud-América y Antillas	%	México	%	Otros países	%	TOTAL
2000	289,970	35.10	202,699	24.53	89,603	10.84	115,853	14.02	52,273	6.33	53,576	6.48	22,266	2.69	826,240
2001	214,114	25.63	210,562	25.20	104,080	12.46	129,975	15.56	86,094	10.30	61,326	7.34	29,341	3.51	835,492
2002	228,018	25.79	223,559	25.28	128,880	14.58	140,495	15.89	66,473	7.52	65,331	7.39	31,434	3.56	884,190
2003	209,745	23.83	236,295	26.84	123,586	14.04	146,292	16.62	63,483	7.21	70,732	8.04	30,090	3.42	880,223
2004	411,277	34.81	287,636	24.34	168,830	14.29	144,322	12.21	71,369	6.04	67,502	5.71	30,590	2.59	1,181,526
2005	497,430	37.81	311,691	23.69	188,102	14.30	133,657	10.16	78,187	5.94	72,908	5.54	33,671	2.56	1,315,646
2006	561,644	37.39	370,713	24.68	190,211	12.66	141,537	9.42	97,314	6.48	79,731	5.31	34,570	2.30	1,502,069
2007	617,788	38.03	409,771	25.23	219,678	13.52	145,134	8.93	106,802	6.57	86,466	5.32	38,756	2.39	1,624,405
PROM		32.30		24.98		13.34		12.85		7.05		6.39		2.88	

Fuente: Elaboración Propia con datos del Banco de Guatemala (BANGUAT)



BIBLIOGRAFÍA

Publicaciones periódicas:

- Avramidis, A. y Ecuyer, P. (2005). *Modeling and Simulation of Call Centers*. Winter Simulation Conference. p.p. 144-152
- Call Centers News Service (2001). *Call Centers Statistics*. Recuperado el 10 de Julio de 2006 de: <http://www.callcenternews.com>
- Quinto, R. (2007, 2 de abril). Guatemala debe capacitar para atraer los Call Centers. *El Periódico*, p. 10.
- Robbins, T.; Medeiros, D. y Dum, P. (2006). *Evaluating Arrival Rate Uncertainty In Call Centers*. Winter Simulation Conference. p.p. 2180-2187.

Libros:

- Banks, J.; Carson II, J.; Nelson, B. & Nicol, D. (2001) *Discrete-event system simulation*. Prentice Hall International.
- Bertalanffy, L. (1991). *Teoría general de los sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Fitzsimmons, J. y Fitzsimmons, M. (2006) *Service Management: Operations, Strategy, Information Technology*. McGraw-Hill International.
- Gans, N., Koole, G. y Mandelbaum, A. (2003). Telephone Call Centers: Tutorial, review, and research prospects. *Manufacturing & Service Operations Management*. 5(2) 79-141.
- Gronroos, C. (1990). *Service Management and Marketing*. Lexington Mass: Lexington Books.
- Guasch, A.; Piera, M.; Casanova, J. y Figueras, J. (2005) *Modelado y Simulación: Aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios*. Alfaomega.
- Hall, R. (1991) *Queueing methods for services and manufacturing*. Prentice Hall International.
- Hillier, F. y Lieberman, G. (2005) *Introducción a la Investigación de Operaciones*. México: McGraw-Hill.



- Quinn, J.; Baruch, J. y Cushman, P. (1987). *Scientific American*. Vol. 257. 2.
- Rockwell Software Inc. (2002). *Arena Contact Center: User's Guide*. U.S.A.:Rockwell Software Inc.
- Sasser, E.; Olsen, P. y Wyckoff, D. (1978). *Management of Service Operations*. Boston: Allyn and Bacon.
- Tanner, M. (1995) *Practical queueing analysis*. McGraw-Hill International.
- Zeithaml, V. y Bitner, M. (1996). *Services Marketing*. New York: McGraw-Hill.