TESIS
IIP2004
C6

UNIVERSIDAD CATOLICA "ANDRES BELLO"

Trabajo Especial de Grado

Especialización en Ingeniería Industrial y Productividad

Dimensionamiento de un Centro de Llamadas para Outsorcing de Servicios de Información

ANA CORRALES M.

2004

Caracas, 09 de Septiembre de 2004

APROBACION DEL TUTOR

En mi carácter de Tutor de la Tesis titulada "**Dimensionamiento de un Centro de Llamadas para Outsorcing de Servicios de Información**", presentada por la Ingeniero **Ana Teresa Corrales Medina** para optar al grado de **Especialista en Ingeniería Industrial y Productividad**, considero que dicha Tesis reúne los requisitos y meritos suficientes para ser sometida a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

Henry Gasparin T. PhD(ic)

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO

"Dimensionamiento de un Centro de Llamadas para Outsorcing de Servicios de Información"

Elaborado por:

Ana Teresa Corrales Medina

Trabajo Especial de Grado para optar al título de Especialista en Ingeniería Industrial y Productividad, aprobado en nombre de la Universidad Católica Andrés Bello, por el siguiente Jurado:

_____

Jurado

En la ciudad de Caracas, a los ____ días del mes de Septiembre de 2004.

Dedicatoria

A Dios

A la Virgen

A mis Padres

A mis Hermanos

A Beto

Agradecimientos

Al Prof. Nelson Belardi

A World Tel-Fax Electronics, C.A.

especialmente a José Luis

Gueçaimburu, Carlos Silva y

todo el Departamento de Sistemas.

A mi tutor Ing. Henry Gasparin

A Alirio Villanueva

... Mil Gracias a todos!!!

TABLA DE CONTENIDO

	Página
Lista de Gráficos	*i*
Lista de Tablas	*i*
Lista de Términos	*ii*
Resumen	*iv*
Introducción	*v*
Capítulo I "EL PROBLEMA"	1
I.1.- La Empresa	1
I.2.- Definición del problema	3
I.3.- Objetivo	5
I.3.1.- Objetivo General	5
I.3.2.- Objetivos Específicos	5
I.4.- Alcances y Limitaciones	6
I.5.- Justificación	7
I.6.- Importancia	9
Capítulo II "MARCO TEORICO"	11
II.1.- Antecedentes	11
II.1.1.- Antecedentes conceptuales	11
II.1.2.- Antecedentes Empíricos	12
II.2.- Bases Teóricas	12
II.2.1.- Call Center	12
II.2.2.- Simulación	18
II.2.3.- Teoría de Colas	22
II.2.4.- Métodos Estadísticos	24
II.3.- Definición de Términos	25

Página

Capítulo III "MARCO METODOLOGICO" 29

III.1.- Tipo de Proyecto 29

III.2.- Diseño del Proyecto..... 31

III.3.- Metodología..... 31

III.4.- Procedimientos..... 35

III.5.- Tamaño de la Muestra..... 36

III.6.- Técnica de análisis de Datos..... 36

III.7.- Herramientas a Utilizar..... 37

Capitulo IV "DIMENSIONAMIENTO DEL CALL CENTER" 39

IV.1.- Levantamiento de Información..... 39

IV.2.- Desarrollo y Validación del Modelo..... 50

IV.2.1.- Modelo Conceptual..... 50

IV.2.2.- Modelo Contact Data en ARENA..... 51

IV.2.3.- Validación del Modelo..... 54

IV.3.- Escenarios y Experimentación..... 55

IV.3.1.- Escenario Optimista..... 57

IV.3.2.- Escenario Normal..... 58

IV.3.3.- Escenario Pesimista..... 60

IV.4.- Análisis de Resultados y alternativas de direccionamiento propuestas..... 62

IV.5.- Selección de Alternativas..... 63

Conclusiones 65

Recomendaciones..... 66

Bibliografía..... 69

Anexos

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Nombre	Página
1	Concepto general del estudio.....	4
2	Tráfico telefónico total.....	18
3	Componentes de la estructura de un sistema de colas.....	23
4	Maneras de estudiar un sistema según Law y Kelton.....	33
5	Notación gráfica para una estación de servicio.....	34
6	Esquema del proceso experimental de la simulación.....	35
7	Flujo de llamadas a Infoline.....	4
8	Diagrama de procesos de la llamada.....	49
9	Modelo conceptual.....	50
10	Modelo Contact Data en Arena.....	51

LISTA DE TABLAS

Nº	Nombre	Página
1	Etapas de un estudio de simulación.....	21
2	Diferencias entre Erlang C y Simulación.....	32
3	Equivalencia de Nombres de las Variables entre el Sistema Real y el Modelo.....	54
4	Validación del Modelo.....	54
	Resultados de la experimentación – Escenario Optimista.....	56
	Resultados de la experimentación – Escenario Normal.....	57
	Resultados de la experimentación – Escenario Pesimista.....	58

Lista de Términos

Los términos técnicos que se usarán a lo largo del presente trabajo son los siguientes:

- ACD: Distribuidor Automático de Llamadas
- ANI: Número de teléfono origen de la llamada
- ASA (Average Answer Speed): Tiempo promedio de respuesta
- BCMS (Basic Call Management System): Sistema básico de gestión de llamadas
- Call Center: Centro de Llamadas
- CRM (Customer Relationship Management): Gestión de la relación con los clientes
- CTI (Computer Telephone Integration): Integración computador-teléfono
- Delay: Demora
- DNIS: Número de teléfono destino de la llamada
- Hola: Espera
- In-Bound: Llamadas entrantes
- IVR (Interactive Voice Response System): Sistema Interactivo de Respuesta de Voz

- Out-Bound: Llamadas salientes
- PBX (Private Branch Exchange): Central telefónica
- PSTN (Public Switched Telephone Network): Red telefónica publica
- Queue: Cola de espera
- Schedule: Horario
- Service Level: Nivel de servicio
- Skill: Habilidades de los operadores
- Talk Time: Tiempo Promedio de Conversación

Resumen

Para cumplir con el objetivo de este trabajo el mismo se organizo en capítulos estructurados de la siguiente manera:

- En el Capítulo I se encuentra plasmado el Planteamiento del Problema, el Objetivo General, los Objetivos Específicos, los Alcances y Limitaciones, la Justificación y la Importancia.
- En el Capítulo II se recopila lo concerniente al Marco Teórico, los Antecedentes Conceptuales y Empíricos, las Bases Teóricas y Definición de Términos.
- En el Capítulo III se refleja el Marco Metodológico, el Tipo de Proyecto, el Diseño del Proyecto la Metodología, el Procedimiento a Seguir, el Tamaño de la Muestra y las Herramientas a utilizar.
- En el Capítulo IV se presenta el Dimensionamiento del Call Center, el Levantamiento de Información, el Desarrollo y Validación del Modelo, los Escenarios y la Experimentación, el Análisis de Resultados y las Alternativas de Dimensionamiento Propuestas, y la Selección de la Alternativa.

Finalmente se presentan las Conclusiones y Recomendaciones.

Introducción

El presente estudio fue realizado con la finalidad de ampliar los negocios de la empresa World Tel-Fax Electronics, C.A. (WTFE), a través del Outsourcing del Call Center.

Para ello es conveniente realizar una simulación permita determinar si con los recursos actuales (plataforma tecnológica y capital humano) se puede lograr la prestación nuevos de servicios de información con la calidad deseada o si se requiere hacer cambios.

Gracias a los resultados de la simulación es posible tomar decisiones menos riesgosas acerca del dimensionamiento del Call Center de WTFE, puesto que el modelo actúa como laboratorio donde se verifican las diferentes alternativas.

Es importante mencionar que en los contratos de Call Center bajo la filosofía de Outsorcing, en el contrato se suele especificar los niveles de servicio esperados: Service Level, Porcentaje de Abandono, Velocidad Promedio de Respuesta, entre otros.

CAPITULO I "El Problema"

I.1.- La Empresa

World Tel-Fax Electronics, C.A. (WTFE), fue creada el 11 de septiembre de 1992, con la finalidad de instalar en Venezuela una empresa de Telecomunicaciones, en el ramo de Valor Agregado. Es una compañía pionera en el mercado venezolano, fundada con el objetivo de ofrecer a sus clientes soluciones integrales de información a través de una variada y completa gama de servicios, apoyados por sus unidades de negocio:

Primera Concesión de Valor Agregado en Venezuela: es un Call Center de Servicios de Información que pone a la disposición de sus clientes, las 24 horas y los 365 días del año, la más amplia Base de Datos actualizada permanentemente, para ofrecerles a través de telefonía básica y celular, y a un bajo costo la información que necesitan, ahorrando tiempo y esfuerzo.

En el año 1999 WTFE creó la división para el manejo de los servicios AUDIOTEXTO. Las líneas 0-900 ofrecen el acceso a servicios de valor agregado representados en una variedad de productos tales como: información grabada (soluciones de contenido), servicios de entretenimiento, servicio de respuesta personalizada y otros.

Adaptándose al mercado y a las nuevas tecnologías, esta unidad de negocios nace en el año 2003 para ofrecer el servicio de diseño de páginas Web y otros productos para Internet: levantamiento y actualización de contenido para portales o empresas, ajustándose a los requerimientos que solicite el cliente.

Con el objetivo de estar a la par en la tecnología de las telecomunicaciones, y la idea de ofrecer otra fuente de ingreso económico a sus asociados, WTFE crea en el año 2003 esta nueva unidad de negocio para el manejo de los servicios de Mensajería de Texto. Por sus siglas en inglés "SMS" (Short Message Service), es una tecnología para celulares digitales que permite enviar mensajes cortos en forma de texto.

Desde 1999 WTFE es promotora de interesantes proyectos en el área de educación, tal como el portal "AldeaEducativa.com". Este es un portal dedicado al desarrollo de contenidos académicos en español y servicios educativos para Internet, integrados para ofrecer información avanzada, diversa, pertinente y de alta calidad.

WTFE es una empresa comprometida en proveer alternativas de información, anticipándose a las necesidades del consumidor, ofreciéndole productos y servicios de excelencia que permitan mejorar la calidad de vida de las personas.

La misión, visión y valores de la empresa son las siguientes:

Misión: Proveer servicios integrales de gestión de la información para nuestros clientes, anticipándonos a sus necesidades y ofreciéndoles productos y servicios indispensables para mejorar el nivel de calidad de vida.

Visión: Ser líderes en la prestación de servicios integrales de gestión de la información, a cualquier hora y en cualquier parte.

Valores:

- Orientación al servicio "el cliente es lo primero"
- Servicios personalizados y continuos
- Atención empática
- Calidad en todo lo que hacemos
- Confiabilidad, honestidad y transparencia
- Identificación y pertenencia
- Creatividad e innovación

I.2.- Definición del Problema

Como parte de su estrategia empresarial WTFE desea abrirse a una nueva área de negocios que es el "Outsorcing de Call Center", aprovechando las ventajas competitivas que posee:

- Know How del negocio de Call Center.
- Plataforma tecnológica instalada.
- Personal capacitado.

De ahí que la gerencia general de la empresa está estudiando la posibilidad de alquilar los servicios del Call Center de Infoline a otras empresas, es por ello que desean realizar una simulación para determinar si con los recursos actuales (plataforma tecnológica y capital humano) es posible realizarlo sin desmejorar la calidad de servicio que brinda actualmente a sus clientes, y en caso contrario saber que cambios se

requerirían para poder hacerlo, asegurándose así que el nivel de servicio ofrecido será el adecuado.

La principal idea de WTFE con la simulación es probar varios futuros escenarios o posibles eventos que pudieran ocurrir en el sistema sin necesidad de someter a estas pruebas al proceso real, debido a que cambios incorrectos en el sistema podrían afectarlo de manera negativa, lo cual sería muy costoso para WTFE tanto a nivel de imagen empresarial como a nivel económico.

El problema a estudiar es el siguiente: conocer los diferentes niveles de servicio obtenidos al variar los principales parámetros del Call Center:

- Volumen de llamadas.
- Tiempo de atención de llamadas.
- Cantidad de operadores telefónicos (agentes).
- Número de líneas telefónicas.

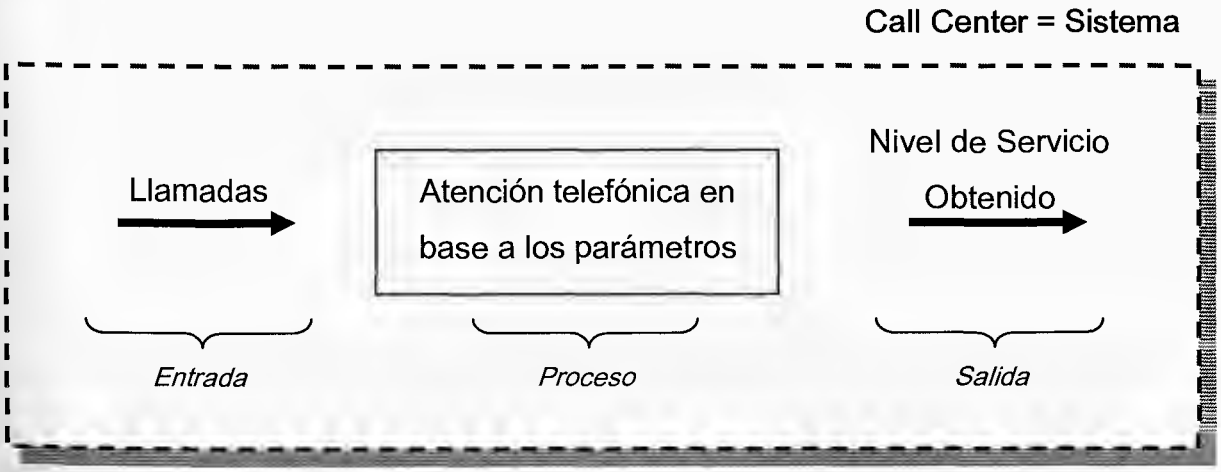


Gráfico N° 1

Concepto general del Estudio
Fuente: Propia

Simular escenarios para determinar el nivel de servicio obtenido en función de los parámetros del Call Center de servicios de Información de WTFE.

I.3.- Objetivos

I.3.1.- Objetivo general

Dimensionar el Call Center de WTFE para prestar servicios de información a través de Outsorcing.

I.3.2.- Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento de información.
- Proyectar el comportamiento que tendrá el Call Center al incorporarle nuevos servicios de información.
- Estructurar y validar el modelo.
- Crear varias alternativas de dimensionamiento del Call Center.
- Determinar a través de la simulación de diversos escenarios el nivel de servicio que se obtendrá variando los parámetros del Call Center.
- Escojer la alternativa a usar.

I.4.- Alcances y limitaciones

Todos los proyectos son posibles: ¡si se tienen infinitos recursos y tiempo!, pero esto no es lo ideal. De ahí que es necesario y prudente evaluar la viabilidad de los proyectos, para evitar la inversión de tiempo y dinero en un proyecto que no sea realmente factible.

El alcance de este trabajo es evaluar la factibilidad técnica del proyecto, se refiere a los recursos tecnológicos necesarios para la subcontratación del Call Center con el nivel de servicio deseado. El proyecto debe considerar si la plataforma tecnológica actual es suficiente o debe complementarse.

La evaluación de la factibilidad económica (Costos Vs. Beneficios) no será tomada en cuenta en el presente trabajo, motivado a que la empresa prefiere reservarse la información referente al aspecto financiero del proyecto. Sin embargo, se usarán costos virtuales para ayudar a tomar una decisión en caso de que dos alternativas sean técnicamente viables y equivalentes.

Dado que este nuevo producto es un Call Center de "Servicios de Información", WTFE decidió que sólo manejaría llamadas entrantes ("InBound").

I.5.- Justificación

La administración de un Call Center es el arte de tener en su lugar el número apropiado de gente y de recursos tecnológicos, en el momento más propicio para manejar una carga de trabajo que ha sido adecuadamente pronosticada al nivel de servicio y con calidad. En resumen, es el arte de igualar la producción con la demanda.

"La cantidad de recursos y el tamaño del centro de llamadas no necesariamente garantizan su eficiencia. El éxito de los Call Centers no dependen exclusivamente de la más avanzada tecnología o de la cantidad de recursos humanos, sino de un adecuado dimensionamiento."

Laveglia – 2002

Una adecuada planificación de negocios depende de la información relevante disponible, sin embargo, al momento de tomar las decisiones no se puede saber con certeza si el impacto de las mismas sobre los procesos productivos de la empresa será realmente el esperado. Es aquí cuando entra en juego la Simulación, debido a que:

"La simulación consiste, básicamente, en construir modelos informáticos que describen la parte esencial del comportamiento del sistema de interés,

así como diseñar y realizar experimentos con el modelo y extraer conclusiones de sus resultados para apoyar la toma de decisiones".

Jesús Palomo Martínez – España

"Típicamente los problemas de los negocios involucran diversas variables interconectadas directa o indirectamente", además "toda acción que llevemos a cabo (y toda acción que no llevemos a cabo) tendrá efectos en el futuro".

Access Soluciones Avanzadas - Chile

Gracias a la simulación se puede minimizar el riesgo en la toma de decisiones mediante el análisis y evaluación experimental de las diferentes alternativas antes de su implantación física sobre el sistema real.

Cuando no se puede experimentar con el sistema real, bien sea por que no existe o por que resulta muy arriesgado/costoso realizar experimentos con él, la simulación es una metodología de experimentación fundamental para efectuar las transformaciones al sistema real y ver el impacto sobre la situación actual.

I.6.- Importancia

Para WTFE la importancia de este proyecto se basa en que una vez construido el modelo de simulación, actúa como un laboratorio en el que se pueden verificar, comparar y ajustar fácilmente las diferentes alternativas de diseño; puesto que el centro de llamadas es extremadamente complejo y no puede ser manejado sólo bajo la intuición de sus gerentes. El modelo simulado es la estrategia usada por WTFE para que sus gerentes analicen su situación actual y la cambien, en caso de ser necesario, saber que recursos tiene la empresa y cuales debería tener.

Además le permitirá responder preguntas del siguiente estilo:

- ¿Qué ha de suceder con el desempeño cuando llegue un alto volumen de llamadas?
- ¿Si se incrementan las líneas telefónicas de la PBX paralelamente a servicios nuevos, se podrá manejar la situación sin desmejorar los estándares de calidad?
- ¿Cómo se verá afectada la cantidad de llamadas abandonadas y bloqueadas (tono de ocupado) al aumentar los servicios?
- ¿Cuántos nuevos operadores se necesitarán?

Es decir, le permitirá tomar decisiones en cuanto a:

- Requerimientos de personal fijo.
- Requerimientos de líneas troncales y sistemas.
- Niveles de calidad.

Antes de lanzar el nuevo producto WTFE desea estar seguro de que puede cumplir con sus clientes en cuanto a la calidad de servicio ofrecida, y tener un Call Center dimensionado adecuadamente.

"La simulación permite analizar el desempeño de un sistema con respecto a varios factores: tiempos para realizar actividades, tasas de llegada, tasas de salida del sistema, costos y ventas, utilización del personal y del equipo. Esto proporciona información para disciplinas múltiples en el sistema bajo estudio, para determinar el mejor sistema y la mejor estrategia."

PRO MODEL CORPORATION

Al proveerles la simulación a los tomadores de decisión tendrán un medio para visualizar las consecuencias (positivas o negativas) de sus decisiones de transformación sobre el sistema actual.

CAPITULO II "Marco Teórico"

II.1.- Antecedentes

II.1.1.-Antecedentes conceptuales

"Una forma adecuada de efectuar el análisis del proceso transformado y ver el impacto sobre la situación actual, es construir un modelo de simulación que lo represente y que permita manejar los eventos e interacciones que en éste ocurren, y pronosticar el comportamiento dinámico del proceso."

Quam S.A. Ingenieros Consultores - Chile

"La simulación permite resolver cuestiones complejas para las cuales los métodos cuantitivos no con eficaces o no pueden aplicarse. Robert Shannon lo define como "el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso, y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar estrategias con las cuales se puede operar sobre él." "

Facultad de ciencias exactas, ingeniería y agrimensura
Universidad Nacional Rosario – Argentina

II.1.2.- Antecedentes empíricos

Dentro del proyecto Ven-Probe se encuentran dos simulaciones de Call Center usando el software ARENA:

- 113 CANTV
  María Cornejo y Cristina Silva
  UCAB – Noviembre 2003

- Atento Provincial
  Irene Pittari
  UCAB – Mayo 2004

II.2.- Bases teóricas

A continuación se presentan las distintas bases teóricas sobre las cuales se fundamenta este trabajo:

II.2.1.- Call Center

Es un centro de atención de llamadas donde se une la tecnología informática con las comunicaciones para servir de forma integral al cliente y mejorar los servicios de la empresa.

Las llamadas pueden ser entrantes (In-Bound) o salientes (Out-Bound), y las personas que gestionan estas llamadas son los operadores o agentes, para lo cual están dotados de PC con un

sistema de información instalado y terminales telefónicos provenientes de una central telefónica privada. "El Call Center se deriva del concepto de la integración computador-teléfono (CTI, Computer Telephone Integration), es decir, la interacción física y funcional entre un sistema telefónico y un sistema informático que facilita el intercambio de información".

Jesús Arenas Herrera

En la configuración de un Centro de Llamadas (Call Center), los componentes básicos son los siguientes:

- Central Telefónica o PBX (Private Branch Exchange): Central de conmutación de llamadas telefónicas. Estas centrales poseen integrado un ACD que se encarga distribuir las llamadas.
- ACD (Distribuidor Automático de Llamadas): Es un componente de la PBX el cual se encarga de poner las llamadas en la cola, distribuirlas entre los agentes, reproducir los mensajes de demora a los clientes, y proveer informes de tiempo real e históricos sobre estas actividades.

- Servidor CTI: Enlaza al computador y al teléfono, para ello a través de la red de telecomunicaciones se identifica al cliente por el número telefónico del cual llama, o por la captura del código personal del cliente. Una vez que el cliente ha sido identificado, la computadora extrae información de las bases de datos existentes para presentarla en el monitor del agente que atiende la llamada, mejorando y personalizando la atención de las llamadas.
- Sistemas de Información y Servidores de Bases de Datos: Sistemas que permiten acceder y actualizar la información de los clientes y de la organización, la cual se encuentra almacenada en repositorios de información (bases de datos).
- Estación de trabajo de los agentes: Cada uno de los puestos de trabajo donde se ubican los agentes telefónicos para realizar sus labores de interacción con los llamantes (PC + teléfono).

Adicionalmente algunos Call Center poseen un Sistema Interactivo de Respuesta de Voz (IVR) o aplicaciones de CRM:

- IVR (Interactive Voice Response System): Es un conjunto de hardware y software que se encarga de la gestión ciertas llamadas entrantes (in-bound) a una organización. Este sistema permite y facilita la entrega de mensajes "hablados" a los llamantes de tal forma que éstos puedan acceder a la información residente en las bases de datos de las organizaciones. El IVR usualmente se le asignan los trabajos de suministro de información rutinaria, dejando para los agentes la atención especializada y específica de los requerimientos de los llamantes.
- CRM (Customer Relationship Management): Es una estrategia de negocios orientada a la gestión de la relación con el cliente con el fin de obtener la fidelidad del cliente. Sus premisas básicas son: 1.- Tener una visión integrada y única de los clientes (potenciales y actuales). 2.- Gestionar las relaciones con los clientes de una manera única independientemente del canal que contacto con ellos: telefónico, sitio Web o visita personal entre otros. 3.- Mejorar la eficacia y eficiencia de los procesos implicados en las relaciones con los clientes.

"En el dimensionamiento y distribución de los recursos de los Call Center las variables fundamentales son:

- Cantidad de agentes
- Cantidad de línea"

Laveglia - 2002

Considerando la cantidad de agentes como el número de personas que se encuentran conectadas atendiendo llamadas en un instante dado, es diferente al número de trabajadores debido a los días libres, turnos existentes, ausentismo, break, entre otros.

"Los medidores de servicio del Call Center se clasifican en:

a. Medidores de acceso (entrada)
    - Porcentaje de bloqueos
    - Tasa de abandonos
    - Tiempo promedio de espera al abandonar
b. Medidores de velocidad de atención
    - Nivel de servicio (SL)
    - Tiempo promedio de atención (ASA)
c. Medidores de calidad

- Calificación del aseguramiento de la calidad
- Nivel de satisfacción del cliente

Los dos primeros se usan para tomar decisiones de dimensionamiento, el último para determinar estrategias de mejora en la atención a los clientes"

Quemba - 2003

"Al momento de dimensionar un Call Center es primordial apoyarse en el SL (nivel de servicio), es la medida que mejor representa la experiencia del cliente que logra ser atendido."

Quemba - 2003

El nivel de servicio es el porcentaje de llamadas atendidas antes de X segundos, un service level 80/20 indica que el 80% de los clientes son atendidos antes de 20 segundos.

"El nivel de servicio es afectado por tres variables que son el tiempo promedio de la llamada, el volumen de llamadas y el número de agentes."

Jesús Arenas Herrera

El tráfico telefónico total de un Call Center se puede observar en el siguiente gráfico:

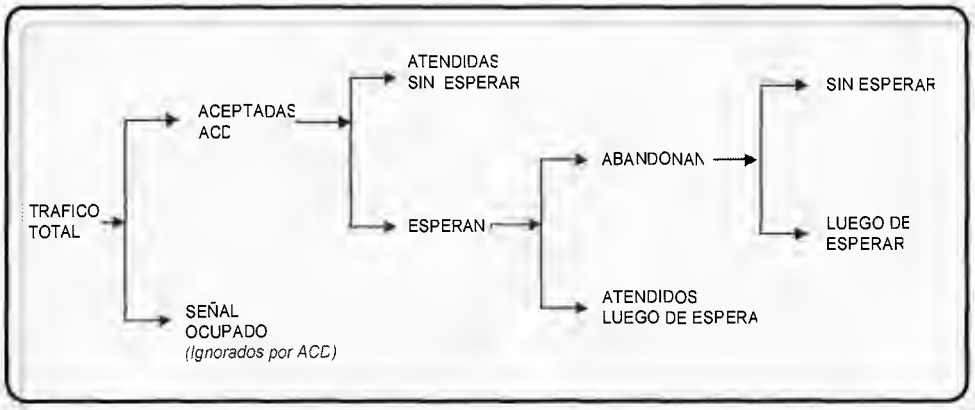


Gráfico N° 2 — *Tráfico telefónico total*
Fuente: Propia

II.2.2.- Simulación

"Es una de las más importantes herramientas para analizar el diseño y operación de sistemas de procesos complejos es la simulación. Aunque la solución al problema nunca es exacta, las aproximaciones que se obtienen son bastante buenas."

Simulación - Cybersitio.net

La simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real, el cual sirve para dirigir los experimentos, con el propósito de entender el comportamiento del sistema y proponer varias estrategias para realizar la operación de esta.

El Sistema real es una combinación de elementos o componentes interrelacionados, y relacionados con el entorno, que actúan juntos y de manera coordinada para lograr cierto objetivo. En cambio el Modelo es la representación simplificada de un sistema, que nos permite comprender, cambiar, prever y controlar el comportamiento del sistema real.

La simulación de sistemas se base en modelo matemáticos simbólicos que "son una representación matemática de los mecanismos que gobiernan el comportamiento de un sistema y de su interacción con el entorno, permitiendo el estudio mediante un computador de la conducta de dicho sistema."

Tovar - 2003

En la construcción de un modelo de simulación, lo más importante es tener claro el objetivo que se persigue, esto dará los lineamientos principales sobre aspectos como: precisión del modelo, grado de detalle, indicadores requeridos para medir el impacto de la transformación o del diseño, y los procesos a ser investigados y modelados.

En el modelo conceptual "se debe representar las condiciones y hechos que tengan influencia en los objetivos de la simulación... y aumentar el nivel de detalle, sólo cuando se considere necesario".

Guía: Técnicas de Simulación .- UCAB

Los tipos de simulación son los siguientes:

- Estático Vs. Dinámico: En los modelos estáticos, el tiempo no juega un papel importante, a diferencia de los dinámicos como lo son la mayoría de los modelos operacionales.
- Continuo Vs. Discreto: En un modelo continuo, el estado del sistema puede cambiar constantemente en el tiempo. En un modelo discreto, los cambios pueden ocurrir solamente en puntos separados de tiempo. Ambos modelos pueden interactuar en una simulación.
- Determinístico Vs. Estocástico: Los modelos que no tienen entradas aleatorias son determinísticos. Por otro lado, los modelos estocásticos, funcionan con entradas aleatorias. Ambos modelos pueden formar parte en una simulación.

Las etapas de un estudio de simulación son:

ETAPA	TIPO	DESCRIPCION
1. Formulación del Problema	Interpretativo	o Diseño del problema a estudiar. o Especificación y formalización de objetivos.
2. Diseño del Modelo Conceptual	Analítico	o Modelo del sistema en un nivel de abstracción alto.
3. Recogida de datos	Desarrollo	o Identificar, recoger y analizar los datos necesarios para el estudio.
4. Construcción del modelo	Desarrollo	o Construcción del modelo de simulación partiendo del modelo conceptual y de los datos.
5. Verificación y validación	Analítico	o Es recomendable suponer que todo modelo es incorrecto hasta que se demuestre lo contrario. o Comprobar que el modelo se comporta como era de esperar y que existe la correspondencia adecuada entre el sistema real y el modelo.
6. Diseño de experimentos y experimentación.	Analítico	o En función de los objetivos del estudio, desarrollar las estrategias de definición de los escenarios a simular. o Experimentar.
7. Análisis	Analítico	o Analizar los resultados de la simulación con la finalidad de detectar problemas y recomendar mejoras o soluciones.
8. Documentación	Interpretativo	Proporciona documentación sobre el trabajo efectuado: o Reflejar el estado del proyecto. o Informar sobre el proyecto. o Facilitar la reutilización del modelo. o Es recomendable que los informes contengan: Introducción, objetivos, hipótesis, descripción física del sistema, justificación de la metodología empleada, descripción del modelo, análisis de los experimentos efectuados y conclusiones.
9. Implementación	Desarrollo	o Poner en práctica las decisiones acordadas de

		acuerdo con el estudio en simulación. Para ello es necesario que el modelo sea veraz, valido pero además creíble (depende de la credibilidad del equipo de desarrollo)

Tabla N°1

Etapas de un estudio de simulación

Tovar.-.2003

II.2.3.- Teoría de Colas

Se pueden utilizar sistemas de colas de espera para modelar procesos en los cuales los clientes van llegando, esperan su turno para recibir el servicio, reciben el servicio y luego se marchan, como es el caso de los Call Center. Los sistemas de colas de espera pueden definirse mediante cinco componentes:

- La función de densidad de probabilidad del tiempo entre llegadas.
- La función de densidad probabilidad del tiempo de servicio.
- El número de servidores.
- La disciplina de ordenamiento en las colas.
- El tamaño máximo de las colas.

Gráficamente los elementos principales de un sistema de colas son:

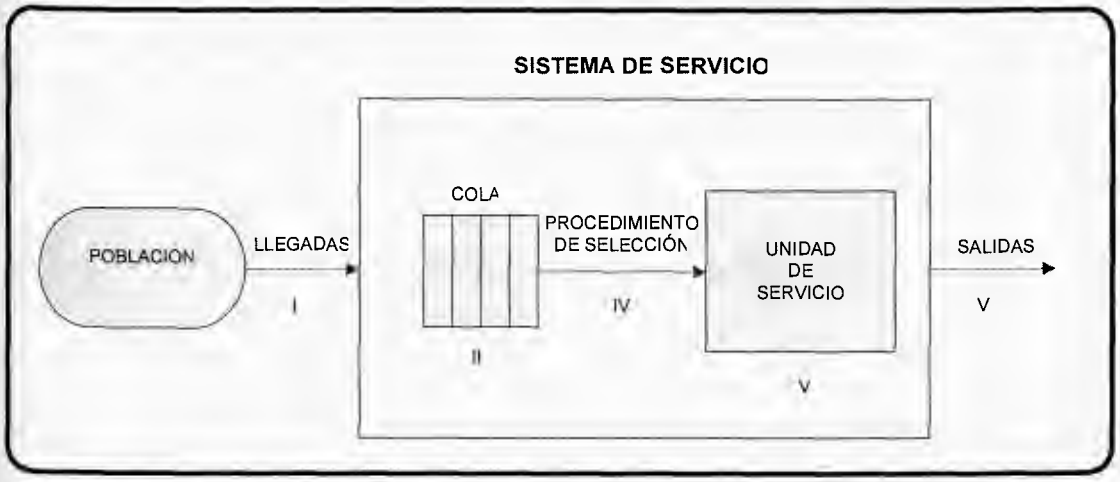


Gráfico N° 3

Componentes de la estructura de un sistema de colas
Fuente: Jaime Barceló – Simulación de Procesos Discretos – Página 30
ISDEFE – Ingeniería de Sistemas – Madrid - 1996

I. Población fuente: Es el origen de las entidades que requieren el servicio.

II. Proceso de llegadas: Se refiere a las reglas que rigen las llegadas al sistema de colas de las entidades que requieren el servicio.

III. Cola de espera: Es donde la entidad espera hasta que se sea su turno de ser atendido. Una cola se caracteriza por el número máximo permisible de clientes que puede admitir (finitas o infinitas).

IV. Procedimiento de selección o disciplina de la cola: Son las reglas que determinan el orden en que serán atendidas las unidades que requieren el servicio.

V. Unidades de servicio (servidores): Son las estaciones de trabajo donde se atiende a las entidades, están asociados a la distribución de probabilidad que rige la duración de los procesos de servicio (tiempo que transcurre desde el inicio del servicio para un cliente hasta su terminación en una instalación). Si existe más de un servidor, es posible atender en forma simultanea a tantas unidades como número de servidores haya (servidores paralelos).

VI. Salidas: La entidad luego de ser atendida se retira del sistema.

II.2.4.- Métodos estadísticos

- Desviación estándar: Es una medida de dispersión, sirve para cuantificar la variabilidad de un conjunto de puntajes alrededor de la media. La definición es la siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^2}$$

II.3.- Definición de términos

- Agente: Persona que atiende llamadas entrantes o salientes
- Agente disponible durante más tiempo: Método de distribución de llamadas al agente que ha estado esperando ocioso durante más tiempo. Cuando hay una cola, el agente disponible durante más tiempo es el "siguiente agente disponible".
- Bloqueo: Sucede cuando se impide que los clientes ingresen en la cola. Vea "llamada bloqueada".
- Call Center: Es una plataforma telefónica que tiene la función de facilitar la comunicación entre las personas, a través del teléfono. Permite que sus clientes se contacten con su empresa o sean contactados para solucionar sus problemas e inquietudes. El mayor valor agregado que proporciona un Call Center es registrar la historia de los contactos potenciando una mejor atención a sus clientes.
- Cliente: Es el que se encarga de efectuar una petición o solicitar un servicio. El cliente no posee control sobre los recursos, sino que es el servidor el encargado de manejarlos.
- Cola de espera o Queue: Retiene las llamadas hasta que un agente esté disponible.

- Cola invisible: Aquélla en la que los clientes no saben cuántas llamadas hay en espera o con qué rapidez se atienden las llamadas.
- Compañía telefónica: Compañía que provee circuitos de telecomunicaciones. Entre las compañías se incluyen tanto las empresas telefónicas locales como los proveedores de servicios de larga distancia y telefonía celular.
- Demora o "tiempo en la cola": Es el tiempo durante el cual un cliente permanece en la cola, a la espera de que un agente quede disponible.
- Factor de ocupación o "utilización de agentes": Se refiere al porcentaje de tiempo en que los agentes atienden llamadas, en contraposición a esperar a que ingresen llamadas.
- Identificación automática de número (ANI): Función de una red telefónica que transmite el número del teléfono que utiliza el cliente para llamar al centro de llamadas, en tiempo real.
- Indicador del % nivel de abandono: Relación entre él numero de llamadas abandonadas y él numero de llamadas recibidas, para obtener este indicador se divide el números de llamadas abandonadas en el centro entre las llamadas recibidas.
- Indicador del % nivel de servicio: Relación entre el número de llamadas atendidas antes de 20 seg. y el número de total de llamadas recibidas.

- Llamadas Abandonadas: Son aquellas llamadas recibidas cuyo cliente cuelga antes de ser atendido por un agente u operador.
- Llamadas Completadas o Atendidas: Son aquellas atendidas cuyo cliente ha sido atendido.
- Llamadas en Cola: Son aquellas llamadas que se encuentran esperando a ser atendidas por un operador o agente, escuchando un anuncio.
- Llamadas Entrantes: Son las llamadas creadas. Aquellas que tienen la intención de entrar en el sistema.
- Llamadas Ofrecidas o Recibidas: Llamadas que luego de ser creadas logran entrar en el troncal para ser atendidas por un operador.
- Llamadas Perdidas o Bloqueadas: Son las llamadas a las cuales les ha sido negada la entrada al Call Center debido a que todas las líneas se encuentran ocupadas.
- Tiempo promedio de Abandono: Es el promedio del tiempo que el cliente espera para colgar la llamada y no es atendido.
- Tiempo Promedio de Conversación (talk time) o Tiempo de Servicio: Es el tiempo que dura el agente hablando con el cliente desde el saludo hasta terminar el protocolo de salida que el cliente abandona el sistema.
- Tiempo Promedio de Respuesta (ASA): Es el promedio del tiempo que el cliente espera para ser atendido.

- Outsourcing: Es la subcontratación de servicios externos que no afectan la actividad principal de la empresa, con el objetivo de reducir gastos directos, manejar más fácilmente las funciones difíciles o que están fuera de control, o aquellas donde la compañía no es experta o no posee la plataforma tecnológica necesaria.
- Red telefónica pública (PSN): Red telefónica pública que provee la capacidad de interconectar cualquier hogar u oficina entre sí.
- Schedule: Horario de Trabajo de los agentes.
- Script: Lógica del recorrido de una llamada.
- Troncal: Es un canal de comunicación dedicado, entre dos sistemas de telecomunicaciones, como por ejemplo dos centrales telefónicas.

CAPITULO III "Marco Metodológico"

III.1.- Tipo de proyecto

Según el propósito de la investigación:

- Aplicada: Se dirige al uso inmediato del conocimiento y no al desarrollo de la teoría. Produce conocimientos dirigidos a la solución de problemas prácticos.

Según la consideración de las variables:

- Analítica – experimental: Se estudian las relaciones causa y efecto de un hecho o fenómeno. Se manipulan las variables, para controlar el aumento o disminución de las mismas y su efecto en las conductas observadas.

Según el tipo de producto:

- Tecnológico: Tiene como propósito la producción de conocimientos aplicables a la producción de bienes y servicios. La investigación tecnológica plantea el estudio de problemas concretos a los cuales se les da una solución práctica, elaborando un producto o servicio para su posterior aplicación.

Según la forma de obtener la información:

- Mixta: Se toma como criterio el lugar y los recursos de donde se obtiene la información requerida. Es una mezcla de investigación "documental" (consulta a libros, reportes, registros en BD, archivos históricos, entre otros.) con "investigación de campo" (se obtiene la información directamente en el lugar y tiempo que ocurren los eventos).

Según el lugar donde se desarrolla la investigación:

- De laboratorio: Se crea un ambiente artificial para realizar la investigación, un centro de simulación de eventos (modelo del sistema).

Según el tipo de simulación:

- Dinámico, discreto y estocástico: El tiempo es importante en el modelo, los cambios de estado del sistema no ocurren

constantemente sino en ciertos momentos específicos, y los tiempos de operaciones no son fijos, funcionan con entradas aleatorias.

III.2.- Diseño del proyecto

Es un proyecto de simulación donde se presentan 3 escenarios "Optimista, Normal y Pesimista", en cuanto al volumen de llamadas que existirá en el Call Center al ingresar los nuevos servicios de información.

Todo esto con la finalidad de seleccionar la mejor alternativa de dimensionamiento, basándose en los siguientes indicadores:

- Nivel de servicio
- Tasa de abandono
- % de bloqueos
- % de ocupación de los operadores

III.3.- Metodología

Para modelar tráfico una opción es usar las teorías desarrolladas por el matemático Erlang, pero estas teorías poseen limitaciones que no se cumplen en el mundo real.

	Erlang C	Simulación
Rutas	Rutas simples: "Fila para agente"	Rutas complejas: Overflow, skill based routing, transferencias, conferencias.
Llamadas abandonadas	Cliente espera indefinidamente hasta ser atendido.	Considera el tiempo de espera del cliente.
Tiempos de Atención	Valores fijos.	Distribuciones estadísticas.
Tipo de llamadas	In-Bound	In-Bound Out-Bound
Capacidad de la cola	Infinita	Limitada

Tabla N°2

Diferencias entre Erlang C y Simulación
Paragon - Brazil

Erlang C tiende a sobredimensionar. Por lo tanto se usará la simulación, puesto que a través de ésta se puede diseñar, evaluar y predecir el comportamiento de un sistema que posee alto grado de

complejidad, como lo es un Call Center, el cual no podemos estudiar ni mediante técnicas analíticas (modelos matemáticos directamente resolubles), ni a través de prueba reales.

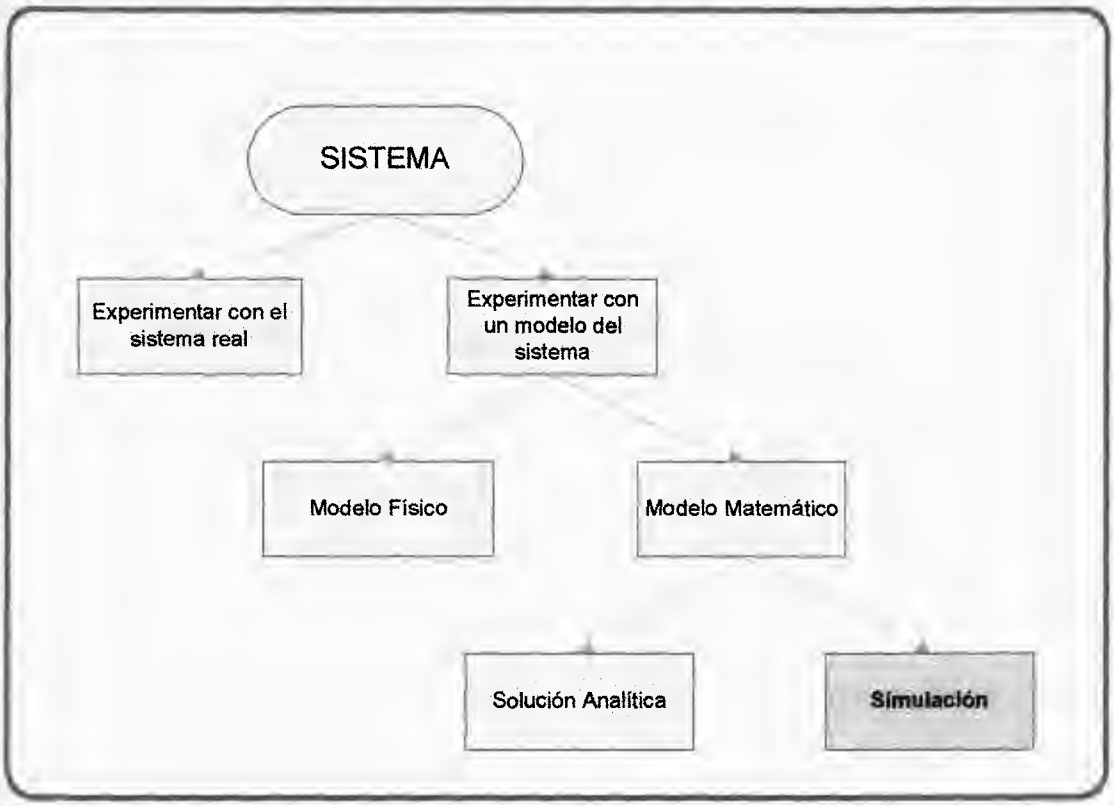


Gráfico N° 4

Maneras de estudiar un sistema según Law y Kelton
Fuente: Jaime Barceló – Simulación de Procesos Discretos – Página 66
ISDEFE – Ingeniería de Sistemas – Madrid - 1996

El Call Center para llamadas In-Bound o entrantes, funciona como una estación de servicio al recibir las llamadas de los clientes, colocarlas en la

cola de espera hasta que exista un operador desocupado para atenderle y así brindarle la atención telefónica, con lo cual finaliza la llamada.

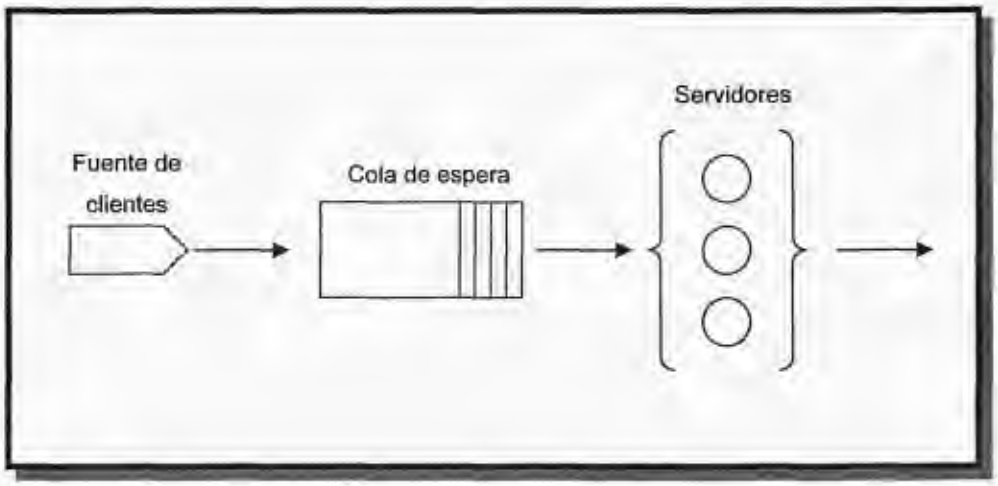


Gráfico N° 5

Notación gráfica para una estación de servicio
Rafael Berlanga – Simulación Informática
Capítulo 1 – Página 9
Universitat Jaume I de Castelló - España

Es por ello que se necesita realizar un levantamiento de información para conocer la tasa de llegada de clientes al sistema, tiempos de servicio, tasa de abandono, cantidad de agentes (servidores) en un momento dado entre otros, y así poder realizar un modelo que este acorde con la realidad y represente fidedignamente al sistema.

Los experimentos con el modelo simulado servirán para investigar el comportamiento de este al variar los parámetros del mismo, e interpretar los resultados en términos del sistema real objeto de este estudio.

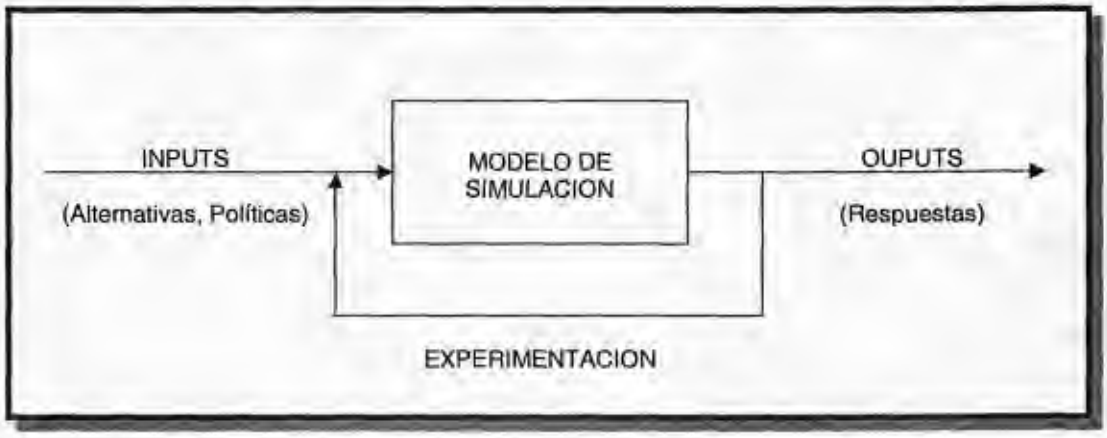


Gráfico Nº 6 *Esquema del proceso experimental de la simulación*
Jaime Barceló – Simulación de Procesos Discretos – Página 55
ISDEFE – Ingeniería de Sistemas – Madrid – 1996

III.4.- Procedimiento

Los pasos a seguir son para el desarrollo de este trabajo son:

- Desarrollo conceptual del modelo
- Recopilación de datos
- Verificar el modelo conceptual con los datos
- Construir el modelo
- Probar el modelo con datos reales
- Diseñar los experimentos
- Hacer múltiples corridas de los experimentos
- Analizar los resultados
- Identificar los mejores resultados
- Documentar los resultados

III.5.- Tamaño de la muestra

Se trabajará con la data completa de un año y medio (Enero 2003 a Junio2004) para generar todos los promedios y distribuciones estadísticas necesarias, de igual forma esta misma data será la que se usará para validar el modelo.

Se seleccionó esta data en particular puesto que por los cambios que han existido en la empresa, la data anterior al año 2003 no esta relacionada con el volumen y características de las llamadas que se reciben actualmente en el Call Center de Infoline.

El volumen de la data utilizada minimiza la probabilidad de error, haciendo que el análisis de la misma sea más preciso.

III.6.- Técnica de análisis de datos

La información obtenida referente a las llamadas y horarios de operadores se procesará agrupándola por día de la semana y rangos de media hora, esto con la finalidad de conocer como es el comportamiento del Call Center en cada uno de estos intervalos de tiempo. Es importante considerar que el comportamiento del Call Center (volumen de llamadas)

varía a lo largo del día, de igual forma el volumen de llamadas los fines de semana es diferente al resto de la semana.

Al realizar el levantamiento y análisis de la información de la empresa, se obtendrán los parámetros requeridos para la simulación:

- Tiempo promedio de conversación (atención telefónica)
- Tiempo promedio de abandono
- Cantidad y horarios de los de agentes
- Número de líneas telefónicas

La desviación estándar es el método estadístico que se usará para verificar si el modelo realizado es una representación confiable del sistema real. Los datos arrojados por el modelo se agruparan por rango de medía hora y día de la semana, luego se validarán estos resultados versus la información del sistema real agrupada de manera equivalente.

III.7.- Herramientas a utilizar

El software de simulación escogido es ARENA, el cual "es un software de simulación orientado a eventos (n.a: discretos y continuos) y orientado a procesos. Orientado a eventos porque el estado del modelo cambia en función de la ocurrencia de diversos eventos. Orientado a procesos porque

hay un diagrama de flujo que indica el procesamiento que siguen las entidades del modelo. Definimos el modelo empleando la orientación a procesos, y la simulación se realiza en función de los eventos".

Escudero Mancebo - España

Para evitar que el análisis de toda la información y los datos que la compañía posee referentes al Call Center se convierta en un verdadero problema, y dado el volumen de registros que involucra la muestra, se usará una base de datos Postgress para realizar el almacenamiento y manipulación de toda la información. Esto permite procesar e interpretar grandes cantidades de información de una manera organizada y eficiente, manteniendo la integridad y consistencia de la data.

La data generada por el modelo se procesará Postgress y Excel para facilitar el análisis de la misma, y comparaciones con el sistema real.

CAPITULO IV "Dimensionamiento del Call Center"

IV.1.- Levantamiento de información

Lo primero que se realizó fue la recopilación y análisis de los datos con la finalidad de conocer a fondo el funcionamiento y especificaciones del Call Center de Infoline.

La configuración del Call Center de Infoline es la siguiente:

- Central Telefónica o PBX: Es el modelo Definity Prologix CMC de Lucent Tecnologies, con ACD (distribuidor automático de llamadas) integrado y configuración para CTI (Computer Telephony Integration).
- Servidor CTI: Esta conformado por 2 componentes esenciales para su funcionamiento, la tarjeta MAP-D (dispositivo de conexión de red ethernet para la PBX Lucent) y el CenterVu (servidor de datos de telefonía), se conectan físicamente por medio de la red ethernet.
- Sistemas de Información y Servidores de Bases de Datos: El sistema de información es desarrollado en la propia compañia, se

integra con el Fast Call que es una aplicación que permite la identificación de la llamada. Estos sistemas están desarrollados bajo la filosofía de CRM (Customer Relationship Management). La base de datos es Adabas D.

- Estación de trabajo de los agentes: 16 puestos activos para operadores, equipados de un PC y un teléfono digital, además de headphone y headseat que le permiten al operador atender las llamadas de forma cómoda y eficientemente.

Referente a los indicadores de acceso y de velocidad de atención que WTFE espera brindar a las empresas que contraten sus servicios por Outsorcing, los valores mínimos deseados son:

- El nivel de servicio: 80/20
- Tasa de abandono: menor al 5%.

En cuanto al flujo de las llamadas, el usuario realiza la llamada del número 212-9077000 o 0500-9077000 a través de cualquier operadora telefónica del país, por medio de la interconexión existente entre los PSTN (Public Switched Telephone Network) el destino de dicha llamada es la red

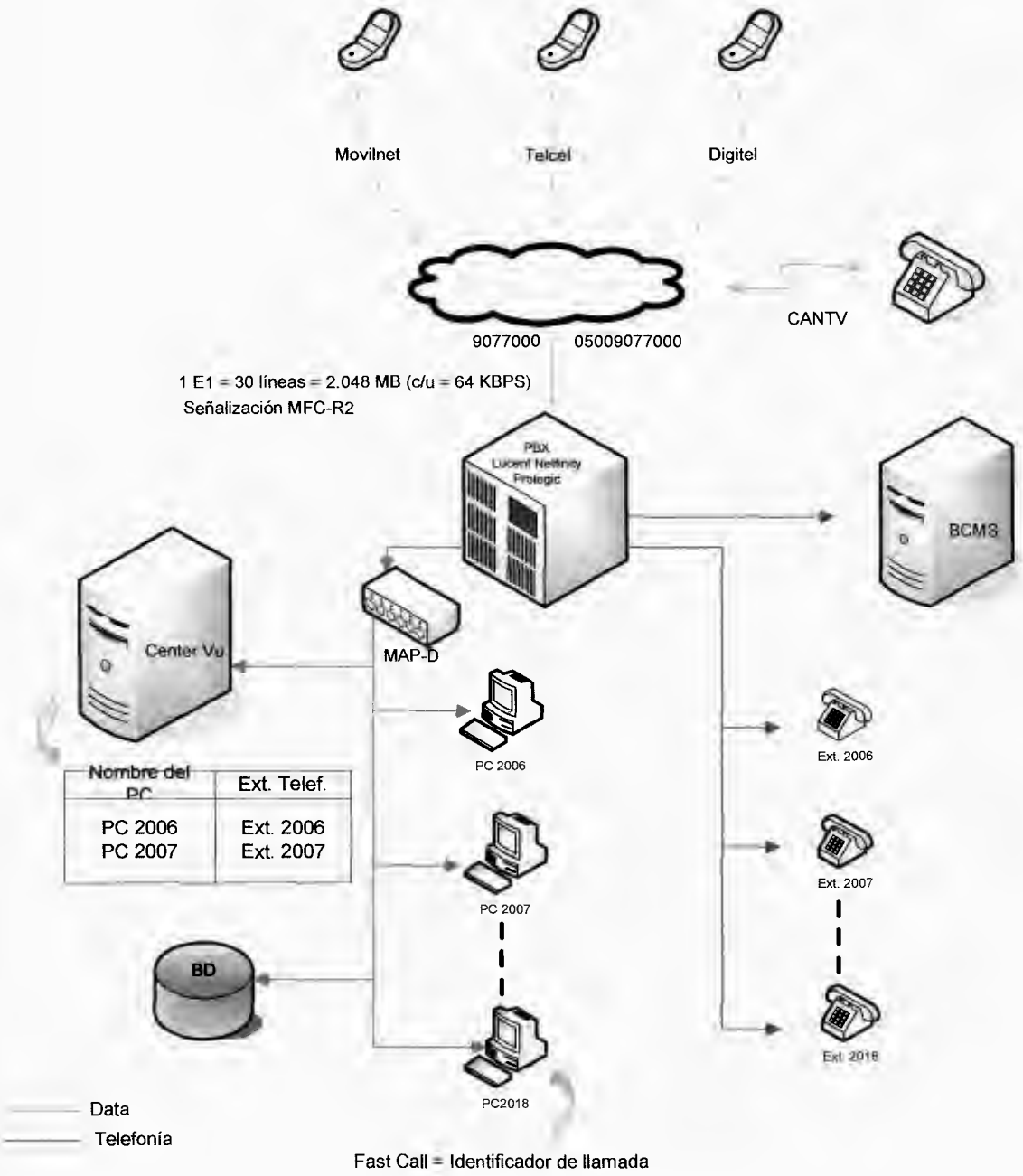
de CANTV que a su vez hace posible el enrutamiento hacia las oficinas de WTFE. A la red de CANTV se conecta la PBX de Infoline por medio del servicio de CPA (Conexión Privada Automática) que recibe un canal E1 (2.048 MB) con 30 circuitos de voz comprimidos c/u a 64 KB/Seg, de esta manera pudiera atender a 30 usuarios de forma simultanea dimensionando el Call Center con la misma cantidad de agentes telefónicos.

La PBX de Infoline cuenta con la característica de CTI, de esta manera en el momento de recibir una llamada de la red telefónica de CANTV por medio del protocolo MFC-R2 es capaz de entregar el número de teléfono origen (ANI) y destino (DNIS) de la llamada que se esta recibiendo; con estas 2 características el sistema CTI detecta el cliente que esta originando la llamada y exactamente a que numero o servicio esta llamando, así de forma inmediata los datos del origen de la llamada son consultados en la Base de Datos de Clientes devolviendo así toda la información relacionada con el mismo y despachándola simultáneamente con la llamada al agente telefónico; de esta forma se logra una atención personalizada y con la información sintetizada y veraz necesaria para la atención efectiva de los clientes.

Una vez que se tiene toda la información necesaria de la llamada, así como todos los datos del cliente, la PBX entrega dicha llamada al ACD (Automatic Call Distribution) que es la aplicación basada en cálculos estadísticos de distribución para entregar de forma efectiva la llamada a un agente en especifico de acuerdo a distintas variables de entorno: Velocidad de Atención, Llamadas Recibidas entre otras, el sistema de ACD también se encarga de mantener una llamada en espera (Queue) de algún agente en condición optima de atención para de igual forma despacharla.

En conjunto al ACD existe el sistema BCMS (Basic Call Management System) conectado a la PBX que es capaz de manejar todos estos datos para convertirlos en reportes con información detallada y especifica.

Gráficamente lo podemos observar a continuación:



Nombre del PC	Ext. Telef.
PC 2006	Ext. 2006
PC 2007	Ext. 2007

Gráfico Nº 7

Flujo de llamadas a Infoline
Fuente: Propia

Los pasos ejecutados por el ACD al recibir la llamada son:

- Recibe el número discado (DNIS) y ejecuta el vector asociado a los VDN 7000 (para al 9077000) ó VDN 7001 (para el 0500-9077000)
- La secuencia seguida por el vector en el manejo de la llamada es:
  1. Wait time (2 seg escuchando música)
  2. Check split 7000 (chequea la cola, si esta vacía y existen agentes desocupados transfiere la llamada directamente al agente)
  3. Queue split 7000 (añade el cliente a la cola de espera)
  4. Anuncio 2981 "Operadores ocupados"
  5. Wait time (10 seg escuchando música en Hold, si durante los 10 seg se desocupa un operador, el hold se interrumpe inmediatamente y la llamada pasa directamente al operador)
  6. Check split 7000
  7. Anuncio (2990) "Operadores continúan ocupados"
  8. Goto 5

Al diagrama de flujo de la llamada a nivel del ACD se puede observar en los anexos.

El BCMS almacena por intervalos de ½ hora toda la información referente a las llamadas (llamadas recibidas, llamadas abandonadas, tiempo de promedio de conversación, tiempo promedio de abandono, entre otros), directamente de ahí se extrajeron los valores históricos correspondientes a los 18 meses seleccionados como muestra (Enero 2003 a Junio2004). La información se organizo de acuerdo al día de la semana e intervalos de ½ hora, luego se generaron los promedios de llamadas recibidas, atendidas, tiempo promedio de atención.

La información de la cantidad y horario de los operadores, considerando los periodos de comida y descanso, se obtuvo de los reportes de control de los supervisores y del sistema de control de acceso. Las tablas contentivas de los horarios de los operadores considerando los periodos de comida y descanso pueden observarse en los anexos, desglosado por día de la semana y rango de 30 minutos.

Al analizar toda esta información se obtuvieron los siguientes parámetros y estadísticas:

I. Población fuente: son los clientes ya afiliados al servicio Infoline, junto con los nuevos clientes que llaman para afiliarse y disfrutar del servicio.

II. Proceso de llegadas: el volumen de llamadas varía a lo largo del día, siendo de Lunes a Viernes las horas pico de 10:00 a.m. a 11:30 a.m. y de 2:00 p.m. a 2:30 p.m. Los fines de semana el volumen disminuye en relación con el resto de la semana, con horas pico entre las 10:00 a.m. y 11:30 a.m.

III. Cola de espera: es una sola cola, el máximo de clientes que pueden estar en la cola es 30 que corresponde a la cantidad de líneas telefónicas entrantes al Call Center, a partir de ahí los siguientes clientes que llamen recibirán tono de ocupado.

IV. Procedimiento de selección o disciplina de la cola: FIFO, el primero en llegar es el primero en ser atendido.

V. Unidades de servicio (servidores): la cantidad de operadores varía a lo largo del día, actualmente el número máximo de operadores trabajando en forma paralela es 10 y el mínimo es 2. El tiempo de servicio se rige por una distribución exponencial de 0.85 minutos.

VI. Salidas: los clientes luego de recibir el servicio cuelgan la llamada.

A nivel operativo el Call Center de Infoline posee las siguientes características:

- Los operadores realizan todas las transacciones con el cliente en línea, no hay labores de post-llamado.
- Actualmente no tienen problemas de abandono (es menor al 1%), ni tiempos de espera elevados (2.9 segundos en promedio).
- Los operadores del servicio Infoline únicamente reciben llamadas, no realizan ni devuelven llamadas a los clientes. En casos muy particulares que se deba devolver la llamada a un cliente, esto es hecho por algún supervisor.
- La PBX no posee instalada la capacidad para manejar el ruteo de llamadas por habilidades "Skill".

Dado por la prontitud en la atención de las llamadas, los clientes no tienen que esperar en cola hasta ser atendidos y menos aún abandonar. Entonces para poder determinar el tiempo promedio que un cliente estaría dispuesto a esperar antes de abandonar la llamada, se usaron las estadísticas de otro servicio de la empresa "Quejas y Reclamos", donde si existe un nivel de abandono considerable, el tiempo promedio de espera

obtenido se basa en una distribución triangular con mínimo=0.16, moda=1.12 y máximo=2.7 minutos.

Adicionalmente el Call Center de Infoline posee la singularidad que durante el horario de 1:30 a.m. a 6:00 a.m. el promedio de llamadas es menor a uno (01). Es por ello que todos los intervalos de ½ hora que abarcan el mencionado periodo no fueron considerados, puesto que de haberlo hecho se habrían alterado los promedios y estadísticas del comportamiento real del Call Center durante sus horas productivas.

- Diagrama de proceso las llamadas realizadas al Call Center Infoline

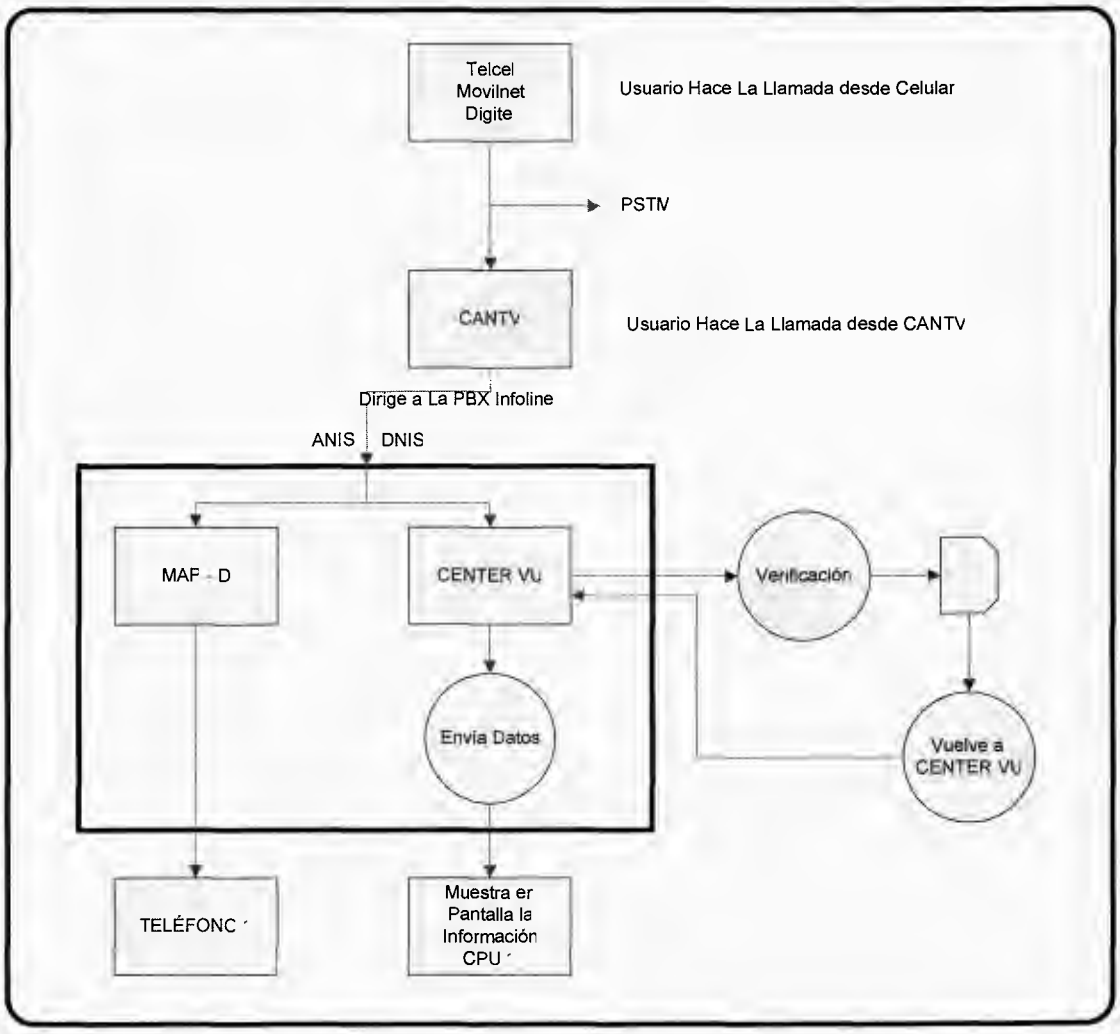


Gráfico N° 8

Diagrama de procesos de la llamada.
Fuente: Propia

IV.2.- Desarrollo y validación del modelo

IV.2.1.- Modelo conceptual

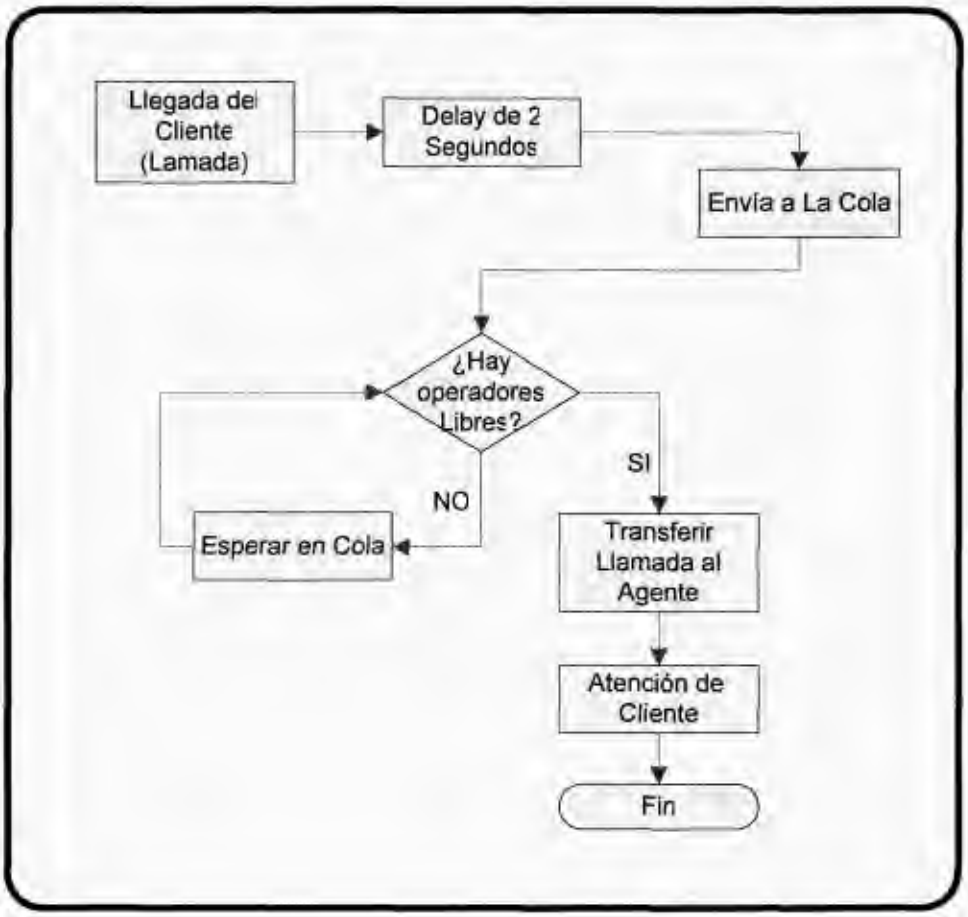


Gráfico Nº 9

Modelo conceptual.
Fuente: Propia

El módulo para "Contact Data" de Arena posee la ventaja de manejar de forma automática los abandonos, por esta razón no se representaron dentro del modelo conceptual.

IV.2.2.- Modelo Contact Data en Arena

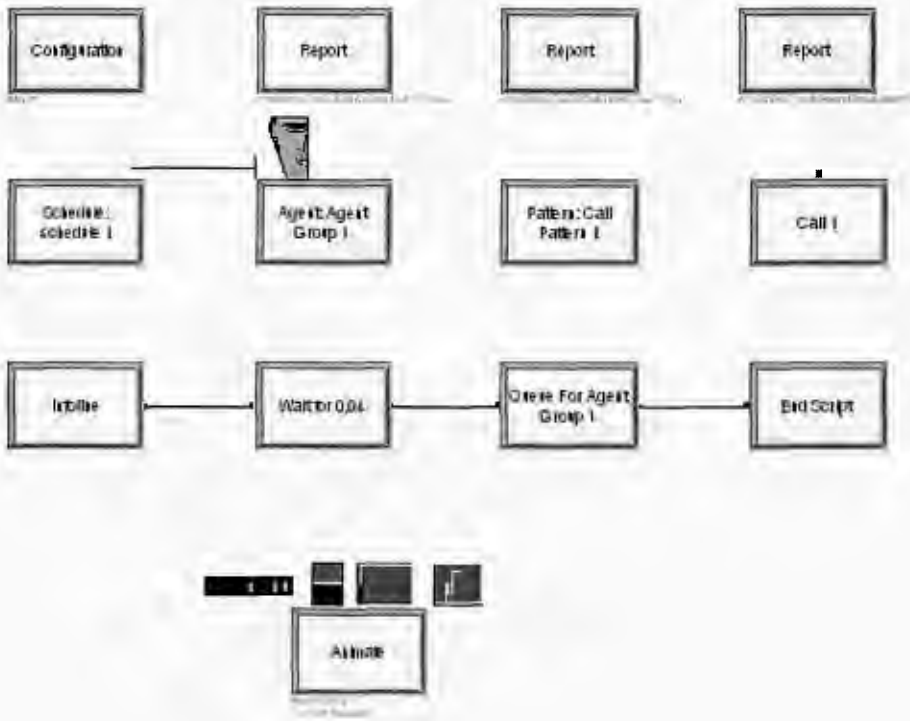


Gráfico N° 10 *Modelo Cantact Data en Arena*
Fuente: Propia

Se desarrollo el modelo el siguiendo las especificaciones y parámetros del sistema real, existe un único tipo de llamadas "Call 1" que es atendida por el grupo de agentes "Agent Group 1" que se rigen por el "Schedule 1".

Las llamadas creadas arriban al Call Center de acuerdo a lo especificado en el "Call Pattern 1", y la secuencia de pasos que siguen las llamadas es controlada por el "Script Infoline": esperan 2 segundos "Wait 0.04" antes de pasar a la cola de espera "Queue Agent Group 1", finalizando así el script "End Script".

La configuración del grupo troncal, número de replicaciones y horizonte de planeación se encuentran en "Configuration".

Los módulos "Report" reflejan los valores de "Call Times", "Call Counts" y "Agent Group" generados durantes las corridas del modelo.

Los parámetros obtenidos del análisis de la data real y que se usaron en el modelo son:

- Trunk capacity: 30 líneas.
- Talk time distribution: EXPO(0.85) minutos.
- Wait time until abandonmet: TRIA(0.16, 1.12, 2.7) minutos.
- Daily Schedule: horario de los operadores agrupado por intervalos de 30 minutos y día de la semana.

- Daily arrival pattern: promedio de llamadas recibidas agrupado por intervalos de 30 minutos y día de la semana.

Cada corrida del modelo implica 18 replicaciones cada una con un mes de duración, lo que equivale a un año y medio que es el mismo periodo de tiempo para el cual se obtuvo la data del sistema real.

Dado que la PBX de Infoline no posee instalada la aplicación que permite el direccionamiento de las llamadas en base a las habilidades o skill de los agentes, esta característica no se considero en el modelo.

El nivel de servicio se midió en base al porcentaje de clientes que son atendidos antes de 20 segundos.

A nivel de terminología, la equivalencia de nombres entre las variables del sistema real y del modelo arena aparecen reflejados en la siguiente tabla:

Sistema Real	Modelo Arena
Tono de ocupado	Llamadas bloqueadas
Llamadas recibidas	Llamadas ofrecidas
Llamadas abandonadas	Llamadas abandonadas
Llamadas atendidas	Llamadas manejadas

Tabla Nº 3 *Equivalencia de nombres de las variables entre el Sistema real y el Modelo*
Fuente: Propia

IV.2.3.- Validación del modelo

La estrategia usada para validar el modelo fue obtener los promedios de llamadas ofrecidas, abandonadas, atendidas, talk time y ASA (velocidad promedio de respuesta) agrupados por rangos de ½ hora y día de la semana. Estos valores se compararon con los de la data real obteniéndose los siguientes resultados:

	Sistema Real	Modelo Arena	Desviación Estándar
Llamadas recibidas	5.628	5.605	0,663
% Llamadas abandonadas	2,47	1,86	0,609
Llamadas atendidas	5.599	5.603	0,653
Promedio Talk Time (minutos)	0,865	0,849	0,081
Promedio ASA (minutos)	0,017	0,001	0,016

Tabla Nº 4 *Validación del Modelo*
Fuente: Propia

Con ello se demostró que el modelo refleja fidedignamente la realidad y es valido para realizar los experimentos deseados.

Los gráficos que reflejan las llamadas del Sistema Real en contraposición con las del Modelo Simulado pueden observarse en los anexos.

IV.3.- Escenarios y experimentación

Se desarrollaron 3 escenarios: Optimista, Normal y Pesimista, en base al volumen de llamadas. El escenario Optimista considera el triple de las llamadas actuales, el Normal refleja la situación esperada que es duplicar las llamadas actuales, y el Pesimista corresponde a un incremento del 50% de las llamadas actuales.

En los 3 escenarios se experimentó realizando los cambios que se especifican a continuación, para el tiempo de conversación y cantidad de agentes:

- Incrementar el talk time en 10, 30, 60 y 120 segundos.
- Incrementar la cantidad de agentes en 1, 2, 3 y 4.

No se experimentó con incrementos de la cantidad de líneas telefónicas por razones que se explicarán más adelante.

Ejemplos de los reportes que arroja Arena como resultado de la simulación se pueden ver en los Anexos. Cabe mencionar que el porcentaje de utilización de los operadores, el ASA (answer time) y el Service Level es calculado en forma automática por Arena.

Las formulas usadas para calcular la tasa de abandono y el porcentaje de bloqueos son las siguientes:

$$\text{Tasa de abandono} = \frac{\text{Total llamadas abandonadas}}{\text{Total llamadas creadas}} \times 100\%$$

$$\text{Porcentaje de bloqueos} = \frac{\text{Total llamadas abandonadas}}{\text{Total llamadas creadas}} \times 100\%$$

Los valores de service level, ASA y porcentaje de utilización de los operadores que se presentan en las tablas con los resultados de los experimentos, corresponden al promedio de los datos arrojados por Arena para cada intervalo de 30 minutos dentro de la simulación. El service level es calculado al dividir la cantidad de llamadas atendidas antes de 20 segundos entre el total de llamadas.

A continuación se presentan los resultados de la experimentación para cada uno de los escenarios:

IV.3.1.- Escenario Optimista

- Incrementos en el talk time

Talk time (seg)	Igual	+10	+30	+60	+120
Tasa de abandono	1,05%	2,35%	6,97%	10,10%	36,83%
Service level	95%	91%	82%	77%	45%
% Bloqueos (tono ocupado)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
% Ocupación operadores (*utilization*)	42%	50%	62%	67%	87%
ASA	0,08	0,1	1,35	1,56	2,75
Total llamadas creadas	1.214.563	1.215.681	1.215.058	1.213.284	1.214.763
Total llamadas abandonadas	12.778	28.601	84.648	122.525	447.443
Total llamadas ofrecidas	1.214.563	1.215.681	1.215.058	1.213.284	1.214.763
Total llamadas atendidas	1.201.327	1.186.623	1.129.641	1.089.975	766.282
Total llamadas bloqueadas	0	0	0	0	0

- Incrementos en la cantidad de operadores

Cantidad de operadores	Igual	+1	+2	+3	+4
Tasa de abandono	1,05%	0,25%	0,06%	0,01%	0,00%
Service level	94,98%	98,37%	99,49%	99,87%	99,97%
% Bloqueos (tono ocupado)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
% Ocupación operadores (*utilization*)	42%	35%	30%	26%	24%
ASA	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
Total llamadas creadas	1.214.563	1.216.098	1.215.525	1.215.778	1.216.685
Total llamadas abandonadas	12.778	2.989	724	174	31
Total llamadas ofrecidas	1.201.785	1.216.098	1.215.525	1.215.778	1.216.685
Total llamadas atendidas	1.201.327	1.212.644	1.214.337	1.215.207	1.216.237
Total llamadas bloqueadas	0	0	0	0	0

- Incrementos combinados del talk time y cantidad de operadores

Talk time (segundos) y # Operadores	Igual	+60" +1	+120" +1	+120" +2	+120" +3	+120" +4	+120" +5
Tasa de abandono	1,05%	4,98%	28,46%	20,97%	14,23%	9,07%	4,76%
Service level	95%	86,41%	56,28%	64,17%	72,14%	78,24%	83,82%
% Bloqueos (tono ocupado)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
% Ocupación operadores (*utilization*)	42%	59%	82,96%	78,40%	73,84%	69,62%	58,90%
ASA	0,08	0,14	0,44	0,35	0,27	0,22	0,16
Total llamadas creadas	1.214.563	1.213.101	1.214.494	1.213.177	1.212.827	1.214.626	1.214.734
Total llamadas abandonadas	12.778	60.371	345.670	254.401	172.598	110.223	57.820
Total llamadas ofrecidas	1.214.563	1.213.101	1.214.494	1.213.177	1.212.827	1.214.626	1.214.734
Total llamadas atendidas	1.201.327	1.151.974	867.642	947.527	1.018.924	1.073.013	1.190.465
Total llamadas bloqueadas	0	0	0	0	0	0	0

IV.3.2.- Escenario Normal

- Incrementos en el talk time

Talk time (segundos)	Igual	+10	+30	+60	+120
Tasa de abandono	0,27%	0,62%	2,01%	3,16%	19,82%
Service level	98,48%	97,30%	93,81%	91,56%	70,79
% Bloqueos (tono ocupado)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
% Ocupación operadores (*utilization*)	28%	34%	44%	48%	74%
ASA	0,05	0,06	0,09	0,1	0,29
Total llamadas creadas	808.380	807.466	808.255	808.363	809.124
Total llamadas abandonadas	2.208	5.018	16.213	25.533	160.406
Total llamadas ofrecidas	808.380	807.466	808.255	808.363	809.124
Total llamadas atendidas	805.883	802.054	791.581	782.323	647.931
Total llamadas bloqueadas	0	0	0	0	0

- Incrementos en la cantidad de operadores

Cantidad de operadores	Igual	+1	+2	+3	+4
Tasa de abandono	0,27%	0,05%	0,01%	0,00%	0,00%
Service level	98,48%	99,67%	99,92%	99,97%	99,98%
% Bloqueos (tono ocupado)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
% Ocupación operadores (*utilization*)	28%	23%	20%	18%	16%
ASA	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
Total llamadas creadas	808.380	809.684	809.200	809.381	809.429
Total llamadas abandonadas	2.208	370	53	4	0
Total llamadas ofrecidas	808.380	809.684	809.200	809.381	809.429
Total llamadas atendidas	805.883	809.049	808.866	809.109	809.163
Total llamadas bloqueadas	0	0	0	0	0

- Incrementos combinados del talk time y cantidad de operadores

Talk time (segundos) y # Operadores	Igual	+120" +1	+120" +2	+120" +3
Tasa de abandono	0,27%	12,67%	7,73%	4,53%
Service level	98,48%	79,43%	85,99%	91,14%
% Bloqueos (tono ocupado)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
% Ocupación operadores (*utilization*)	28%	67,50%	61,74%	55,78%
ASA	0,05	0,21	0,15	0,11
Total llamadas creadas	808.380	809.419	808.019	808.687
Total llamadas abandonadas	2.208	102.552	62.466	36.622
Total llamadas ofrecidas	808.380	809.419	808.019	808.687
Total llamadas atendidas	805.883	705.991	744.685	771.162
Total llamadas bloqueadas	0	0	0	0

IV.3.3.- Escenario Pesimista

- Incrementos en el talk time

Talk time (segundos)	Igual	+10	+30	+60	+120
Tasa de abandono	0,11%	0,25%	0,86%	1,36%	10,98%
Service level	99,30%	98,79%	97,21%	96,20%	83,60%
% Bloqueos (tono ocupado)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
% Ocupación operadores (*utilization*)	21,31%	25,51%	33,51%	37,36%	62,05%
ASA	0,04	0,05	0,06	0,07	0,18
Total llamadas creadas	606.395	606.327	607.415	606.880	607.054
Total llamadas abandonadas	638	1.526	5.238	8.256	66.633
Total llamadas ofrecidas	606.395	606.327	607.415	606.880	607.054
Total llamadas atendidas	605.540	604.546	601.873	598.241	539.820
Total llamadas bloqueadas	0	0	0	0	0

- Incrementos en la cantidad de operadores

Cantidad de operadores	Igual	+1	+2	+3	+4
Tasa de abandono	0,11%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%
Service level	99,30%	99,84%	99,95%	99,97%	99,97%
% Bloqueos (tono ocupado)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
% Ocupación operadores (*utilization*)	21%	17%	15%	13%	12%
ASA	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Total llamadas creadas	606.395	606.924	606.549	607.129	606.967
Total llamadas abandonadas	638	68	12	2	0
Total llamadas ofrecidas	606.395	606.924	606.549	607.129	606.967
Total llamadas atendidas	605.540	606.649	606.319	606.925	606.763
Total llamadas bloqueadas	0	0	0	0	0

- Incrementos combinados del talk time y cantidad de operadores

Talk time (segundos) y # Operadores	Igual	+120" +1	+120" +2
Tasa de abandono	0,11%	5,76%	2,91%
Service level	99,30%	90,07%	94,37%
% Bloqueos (tono ocupado)	0,00%	0,00%	0,00%
% Ocupación operadores (*utilization*)	21,31%	54,70%	48,94%
ASA	0,04	0,12	0,08
Total llamadas creadas	606.395	606.426	606.951
Total llamadas abandonadas	638	34.939	17.672
Total llamadas ofrecidas	606.395	606.426	606.951
Total llamadas atendidas	605.540	570.835	588.633
Total llamadas bloqueadas	0	0	0

Los experimentos de incrementos combinados de talk time y cantidad de operadores, se realizaron con la finalidad de conocer cuales son las acciones a tomar en los casos donde al experimentar con incrementos del talk time, el service level se ubicó por debajo del 80% o la tasa de abandono obtenida es mayor al 5%.

Como se puede observar en los 3 escenarios, en ningún caso se presentaron llamadas bloqueadas, y dado que el porcentaje de bloqueos es un medidor de acceso que se usa para indicar si se deben o no aumentar la cantidad de líneas telefónicas, se decidió no experimentar con esta

variable, debido a que no se lograría ninguna mejora en el Call Center gracias al incremento en la cantidad de las líneas.

IV.4.- Análisis de resultados y alternativas de dimensionamiento propuestas

Al examinar los resultados obtenidos en los experimentos se puede establecer lo siguiente:

- La tasa de abandono y el nivel de servicio disminuyen a medida que se incrementa el talk time.
- Incrementos sucesivos de agentes conllevan crecimientos marginales del service level.
- No existe problema de bloqueo de llamadas que amerite un incremento en la cantidad de líneas telefónicas.
- En ningún caso se observó una alta ocupación de los operadores (mayor al 90%) que pudiera generar efectos de improductividad por sobrecarga de trabajo, aun a pesar de esto se pudo observar hasta un 36% de abandono.

En base a esto y a los resultados de la experimentación, la alternativa propuesta para cada escenario es la siguiente:

- Escenario Optimista: incrementar en 5 el número de operadores cuando el talk time se incremente en 60 o más segundos.
- Escenario Normal: incrementar en 3 el número de operadores cuando el talk time se incremente en 120 o más segundos.
- Escenario Pesimista: incrementar en 2 el número de operadores cuando el talk time se incremente en 120 o más segundos.

IV.5.- Selección de alternativa

Para el dimensionamiento del Call Center no es necesario incrementar la cantidad de líneas telefónicas. En los experimentos se puede observar claramente que no se dan bloqueos de las mismas, lo cual indica que no existen problemas de acceso al Call Center a nivel de las líneas.

Revisando los resultados de los experimentos se puede notar que en el escenario Optimista la tasa de abandono supera el 5% y el nivel de servicio se ubica por debajo del 80% cuando el incremento del talk time alcanza o supera los 60 segundos, en cambio para los escenarios Normal y Pesimista esto ocurre cuando el incremento del talk time es de 120 segundos.

De igual forma se puede observar para los 3 escenarios que incrementos en la cantidad de operadores cuando no existen incrementos en el talk time no produce mejoras sustanciales en el Call Center, puesto que los valores de tasa de abandono y nivel de servicio se encuentran dentro de los rangos deseados.

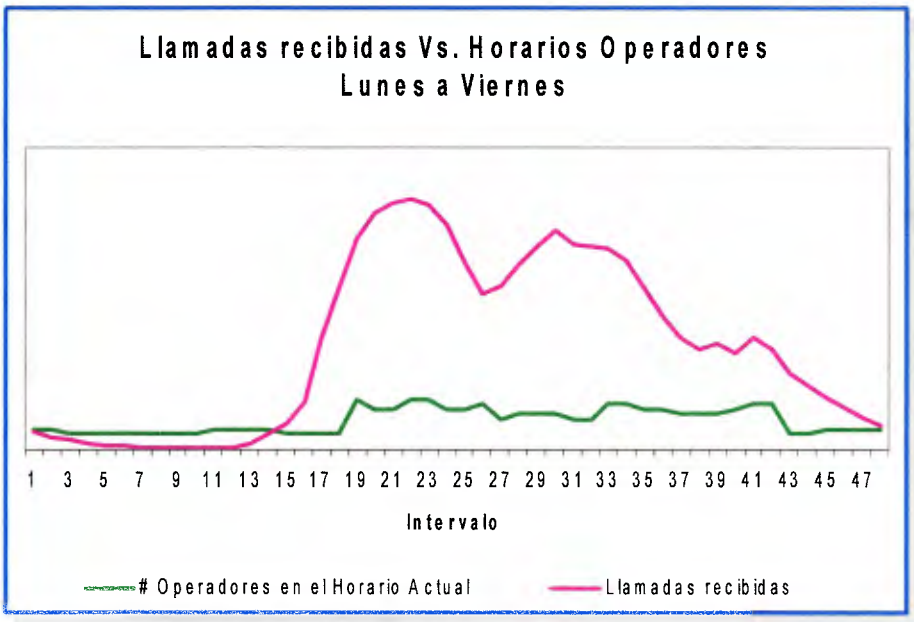
Evaluando los resultados de los experimentos donde se realizaron incrementos simultaneaos de la cantidad de operadores y el talk time se puede notar que: En cuanto a la cantidad de operadores sólo se requiere aumentar la cantidad de agentes cuando el talk time se incrementa en más de 60 segundos en el escenario optimista y, más de 120 segundos en los escenarios normal y pesimista. Con estos ajustes se mantendría el nivel de servicio 80/20 y la tasa de abandono menor al 5% que actualmente les brinda Infoline a sus clientes.

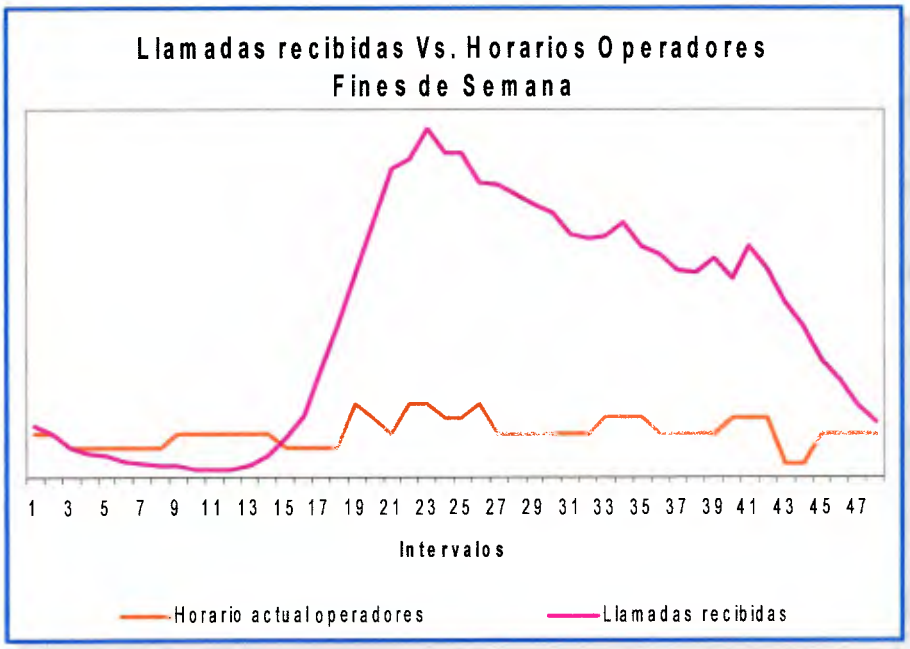
CONCLUSIONES

- Si aumenta el volumen de llamadas pero manteniendo el mismo talk time o con un incremento de este menor a 30 segundos, no se requieren hacer cambios en el Call Center.
- Si se triplica el volumen de llamadas paralelo a un incremento en el talk time de 60 segundos se debe aumentar en 1 el número de operadores, en cambio si el incremento en el talk time es de 120 segundos se debe incrementar en 5 el número de operadores.
- Si se duplica el volumen de las llamadas conjuntamente con un incremento de 120 segundos en el talk time, se debe aumentar en 3 el número de agentes.
- Si el volumen de llamadas se incrementa en un 50% paralelo a un aumento de 120 segundos en el talk time, se debe aumentar en 2 el número de operadores.

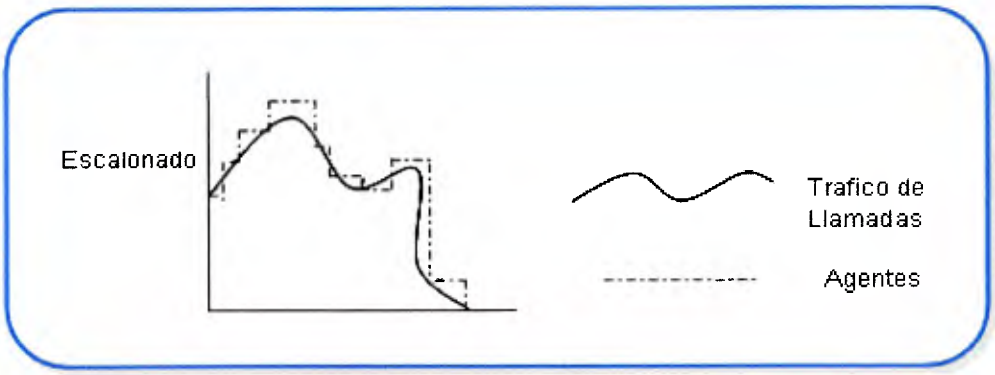
RECOMENDACIONES

Al revisar los horarios de los operadores y compararlos contra el tráfico telefónico fue posible percatarse que los mismos no "copian" el tráfico, es decir no se ajustan al volumen de llamadas a lo largo día. Esto se puede visualizar en las gráficas siguientes:





Esto se puede corregir ajustando los horarios de los agentes a la curva del tráfico, incluyendo los tiempos de descanso y comida. Crear horarios escalonados es muy efectivo si se fijan en base al tráfico:



Para ello se sugiere usar turnos de trabajo con entrada y salida única como grupo base, dichos turnos poseen la ventaja de ser administrables fácilmente aunque no copian el tráfico; y los picos de tráfico se manejarían por medio "Contratados Externos o Part Time", se contrataría personal con el mismo perfil de los operadores pero por turnos de 3 ó 4 horas, sus turnos de trabajo son independientes entre sí y se asignan de manera de "copiar" el tráfico. No se aconseja usar "Eventuales Internos" puesto que estas personas cumplen otras labores dentro de la empresa y abandonarían las mismas mientras atienden llamadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Laveglia – 2002
  Eduardo Laveglia
  Curso gestión eficaz de un Call Center
  Caracas – 2002

- Jesús Palomo Martínez – España
  Universidad Rey Juan Carlos, España
  Grupo de estadística y ciencias de la decisión
  http://bayes.escet.urjc.es/profesores/index.html

- Access Soluciones Avanzadas - Chile
  Modelación de negocios y simulación
  http://www.solucionesavanzadas.cl/documentos/modelacion_simulacion.pdf
  Sección 2.1.1. Complejidad y Sección 2.1.2. Dinámica

- PRO MODEL CORPORATION
  http://www.promodel.com.mx/Justificaci%C3%B3n%20de%20Simulaci%C3%B3n.PDF

- Quam S.A. Ingenieros Consultores - Chile
  Simulación de procesos
  http://www.quam.cl/html/simulacion/main.htm

- Facultad de ciencias exactas, ingeniería y agrimensura
  Universidad Nacional Rosario – Argentina
  Uso del ordenador en la simulación de procesos – métodos y errores
  www.fceia.unr.edu.ar/fceia1/publicaciones/numero7/articulo1/articulo1resumen.htm

- Jesús Arenas Herrera

  Call Center - Poderosa Herramienta al Servicio de los Negocios

  http://www.alfinal.com/consultor/crm/callcenter.shtml

- Quemba – 2003

  Jhon Quemba

  Curso medición y métricas en los Call Center

  Caracas - 2003

- Simulación - Cybersitio.net

  http://cybersitio.iespana.es/cybersitio/contenido/simulacion/simulacion.htm

- Tovar – 2003

  Luis Tovar

  Técnicas de Simulación – Julio 2003

  Programa de Postgrado: Ingeniería Industrial y Productividad - UCAB

- Guía: Técnicas de Simulación - UCAB

  Ingeniería Industrial – Facultad de Ingeniería

- Paragon - Brazil

  Diferencias entre Erlang C y Simulación

  http://www.paragon.com.br/brcallsi.html

- Escudero Mancebo – España

  ARENA

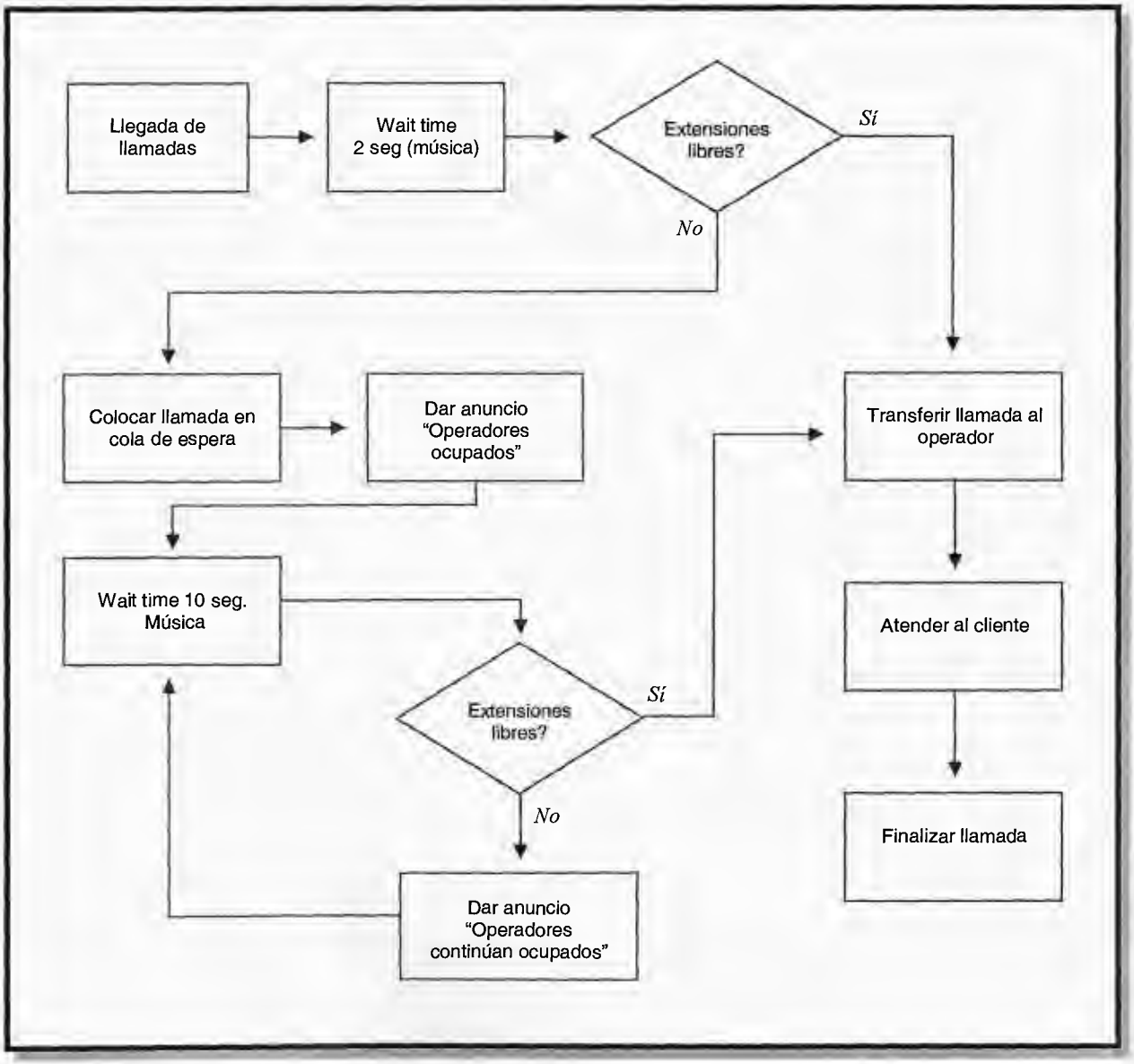
  David Escudero Mancebo

  Departamento de Informática - Universidad de Valladolid - España

  http://www.infor.uva.es/~descuder/docencia/simulacion/

ANEXOS

Flujo de la Llamada a Nivel del ACD de Infoline



Fuente: Propia

Horarios de Operadores – Lunes a Viernes

Intervalo		Turnos					Total
Hora Inicio	Hora fin	1	2	3	4	5	operadores
07:00 a.m.	07:30 a.m.	3					3
07:30 a.m.	08:00 a.m.	3					3
08:00 a.m.	08:30 a.m.	3					3
08:30 a.m.	09:00 a.m.	3					3
09:00 a.m.	09:30 a.m.	3	7				10
09:30 a.m.	10:00 a.m.	1	7				8
10:00 a.m.	10:30 a.m.	2	6				8
10:30 a.m.	11:00 a.m.	3	7				10
11:00 a.m.	11:30 a.m.	3	7				10
11:30 a.m.	12:00 p.m.	3	5				8
12:00 p.m.	12:30 p.m.	3	5				8
12:30 p.m.	01:00 p.m.	3	6				9
01:00 p.m.	01:30 p.m.		6				6
01:30 p.m.	02:00 p.m.		7				7
02:00 p.m.	02:30 p.m.		7				7
02:30 p.m.	03:00 p.m.		7				7
03:00 p.m.	03:30 p.m.			6			6
03:30 p.m.	04:00 p.m.			6			6
04:00 p.m.	04:30 p.m.			6	3		9
04:30 p.m.	05:00 p.m.			6	3		9
05:00 p.m.	05:30 p.m.			5	3		8
05:30 p.m.	06:00 p.m.			5	3		8
06:00 p.m.	06:30 p.m.			5	2		7
06:30 p.m.	07:00 p.m.			5	2		7
07:00 p.m.	07:30 p.m.			5	2		7
07:30 p.m.	08:00 p.m.			5	3		8
08:00 p.m.	08:30 p.m.			6	3		9
08:30 p.m.	09:00 p.m.			6	3		9
09:00 p.m.	09:30 p.m.				3		3
09:30 p.m.	10:00 p.m.				3		3
10:00 p.m.	10:30 p.m.					4	4
10:30 p.m.	11:00 p.m.					4	4
11:00 p.m.	11:30 p.m.					4	4
11:30 p.m.	12:00 a.m.					4	4
12:00 a.m.	12:30 a.m.					4	4
12:30 a.m.	01:00 a.m.					4	4
01:00 a.m.	01:30 a.m.					3	3
01:30 a.m.	02:00 a.m.					3	3
02:00 a.m.	02:30 a.m.					3	3
02:30 a.m.	03:00 a.m.					3	3
03:00 a.m.	03:30 a.m.					3	3
03:30 a.m.	04:00 a.m.					3	3
04:00 a.m.	04:30 a.m.					3	3
04:30 a.m.	05:00 a.m.					3	3
05:00 a.m.	05:30 a.m.					4	4
05:30 a.m.	06:00 a.m.					4	4
06:00 a.m.	06:30 a.m.					4	4
06:30 a.m.	07:00 a.m.					4	4

Turno 1: 7 am a 1 pm Turno 2: 9 am a 3 pm Turno 3: 3 pm a 9 pm
Turno 4: 4 pm a 10 pm Turno 5: 10 pm a 7 am

Horarios de Operadores – Sábados y Domingos

Intervalo		Turnos					Total
Hora Inicio	Hora fin	1	2	3	4	5	operadores
07:00 a.m.	07:30 a.m.	2					2
07:30 a.m.	08:00 a.m.	2					2
08:00 a.m.	08:30 a.m.	2					2
08:30 a.m.	09:00 a.m.	2					2
09:00 a.m.	09:30 a.m.	2	3				5
09:30 a.m.	10:00 a.m.	1	3				4
10:00 a.m.	10:30 a.m.	1	2				3
10:30 a.m.	11:00 a.m.	2	3				5
11:00 a.m.	11:30 a.m.	2	3				5
11:30 a.m.	12:00 p.m.	2	2				4
12:00 p.m.	12:30 p.m.	2	2				4
12:30 p.m.	01:00 p.m.	2	3				5
01:00 p.m.	01:30 p.m.		3				3
01:30 p.m.	02:00 p.m.		3				3
02:00 p.m.	02:30 p.m.		3				3
02:30 p.m.	03:00 p.m.		3				3
03:00 p.m.	03:30 p.m.			3			3
03:30 p.m.	04:00 p.m.			3			3
04:00 p.m.	04:30 p.m.			3	1		4
04:30 p.m.	05:00 p.m.			3	1		4
05:00 p.m.	05:30 p.m.			3	1		4
05:30 p.m.	06:00 p.m.			2	1		3
06:00 p.m.	06:30 p.m.			2	1		3
06:30 p.m.	07:00 p.m.			3	0		3
07:00 p.m.	07:30 p.m.			2	1		3
07:30 p.m.	08:00 p.m.			3	1		4
08:00 p.m.	08:30 p.m.			3	1		4
08:30 p.m.	09:00 p.m.			3	1		4
09:00 p.m.	09:30 p.m.				1		1
09:30 p.m.	10:00 p.m.				1		1
10:00 p.m.	10:30 p.m.					3	3
10:30 p.m.	11:00 p.m.					3	3
11:00 p.m.	11:30 p.m.					3	3
11:30 p.m.	12:00 a.m.					3	3
12:00 a.m.	12:30 a.m.					3	3
12:30 a.m.	01:00 a.m.					3	3
01:00 a.m.	01:30 a.m.					2	2
01:30 a.m.	02:00 a.m.					2	2
02:00 a.m.	02:30 a.m.					2	2
02:30 a.m.	03:00 a.m.					2	2
03:00 a.m.	03:30 a.m.					2	2
03:30 a.m.	04:00 a.m.					2	2
04:00 a.m.	04:30 a.m.					3	3
04:30 a.m.	05:00 a.m.					3	3
05:00 a.m.	05:30 a.m.					3	3
05:30 a.m.	06:00 a.m.					3	3
06:00 a.m.	06:30 a.m.					3	3
06:30 a.m.	07:00 a.m.					3	3

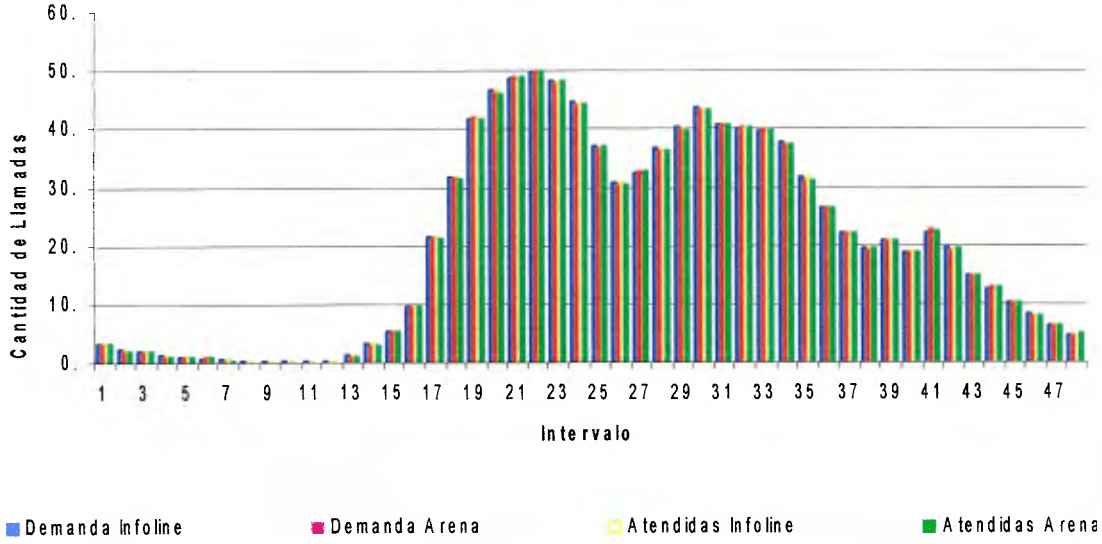
Turno 1: 7 am a 1 pm Turno 2: 9 am a 3 pm Turno 3: 3 pm a 9 pm
Turno 4: 4 pm a 10 pm Turno 5: 10 pm a 7 am

Promedio de Llamadas Recibidas – Lunes a Viernes

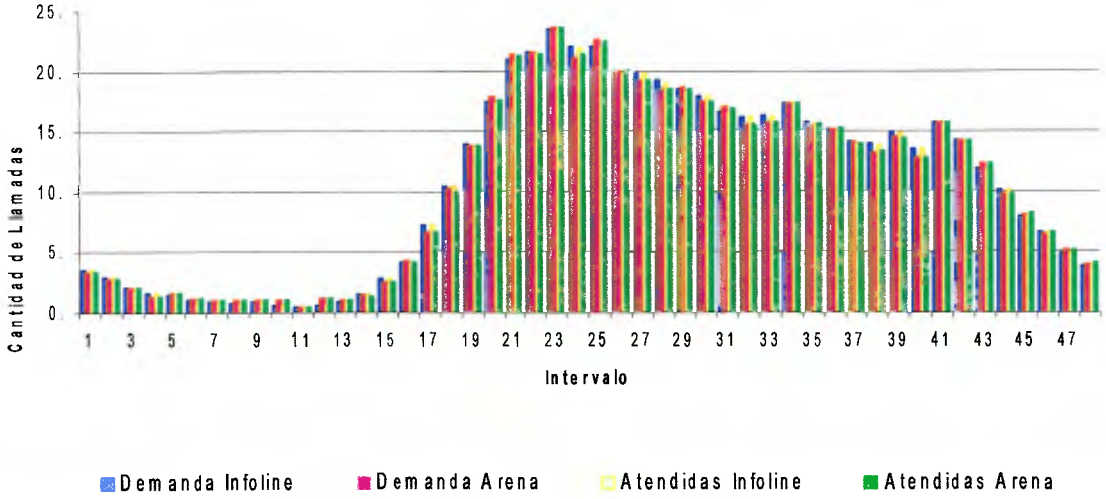
Nº Intervalo	Hora Inicio	Hora Fin	Infoline	Arena
1.	Midnight	12:30 a.m	3.37	3.34
2.	12:30 a.m.	1:00 a.m.	2.40	1.98
3.	1:00 a.m.	1:30 a.m.	1.83	1.89
4.	1:30 a.m.	2:00 a.m.	1.37	0.99
5.	2:00 a.m.	2:30 a.m.	0.89	0.93
6.	2:30 a.m.	3:00 a.m.	0.67	0.95
7.	3:00 a.m.	3:30 a.m.	0.51	0.37
8.	3:30 a.m.	4:00 a.m.	0.33	0.00
9.	4:00 a.m.	4:30 a.m.	0.26	0.00
10.	4:30 a.m.	5:00 a.m.	0.30	0.00
11.	5:00 a.m.	5:30 a.m.	0.33	0.00
12.	5:30 a.m.	6:00 a.m.	0.43	0.00
13.	6:00 a.m.	6:30 a.m.	1.26	1.02
14.	6:30 a.m.	7:00 a.m.	3.22	3.10
15.	7:00 a.m.	7:30 a.m.	5.16	5.20
16.	7:30 a.m.	8:00 a.m.	9.58	9.73
17.	8:00 a.m.	8:30 a.m.	21.53	21.52
18.	8:30 a.m.	9:00 a.m.	31.97	31.95
19.	9:00 a.m.	9:30 a.m.	41.88	42.03
20.	9:30 a.m.	10:00 a.m.	46.85	46.39
21.	10:00 a.m.	10:30 a.m.	48.77	49.01
22.	10:30 a.m.	11:00 a.m.	49.81	50.14
23.	11:00 a.m.	11:30 a.m.	48.49	48.11
24.	11:30 a.m.	12:00 p.m.	44.79	44.38
25.	12:00 p.m.	12:30 p.m.	37.11	36.90
26.	12:30 p.m.	1:00 p.m.	30.91	30.36
27.	1:00 p.m.	1:30 p.m.	32.40	32.70
28.	1:30 p.m.	2:00 p.m.	36.74	36.43
29.	2:00 p.m.	2:30 p.m.	40.40	40.12
30.	2:30 p.m.	3:00 p.m.	43.61	43.32
31.	3:00 p.m.	3:30 p.m.	40.64	40.69
32.	3:30 p.m.	4:00 p.m.	40.27	40.45
33.	4:00 p.m.	4:30 p.m.	39.78	40.15
34.	4:30 p.m.	5:00 p.m.	37.65	37.55
35.	5:00 p.m.	5:30 p.m.	31.86	31.07
36.	5:30 p.m.	6:00 p.m.	26.41	26.51
37.	6:00 p.m.	6:30 p.m.	22.05	22.21
38.	6:30 p.m.	7:00 p.m.	19.58	19.36
39.	7:00 p.m.	7:30 p.m.	20.87	20.81
40.	7:30 p.m.	8:00 p.m.	18.86	18.82
41.	8:00 p.m.	8:30 p.m.	22.12	22.73
42.	8:30 p.m.	9:00 p.m.	19.75	19.33
43.	9:00 p.m.	9:30 p.m.	15.04	14.84
44.	9:30 p.m.	10:00 p.m.	12.44	12.85
45.	10:00 p.m.	10:30 p.m.	10.43	10.14
46.	10:30 p.m.	11:00 p.m.	8.15	7.86
47.	11:00 p.m.	11:30 p.m.	6.18	6.29
48.	11:30 p.m.	Midnight	4.72	4.77

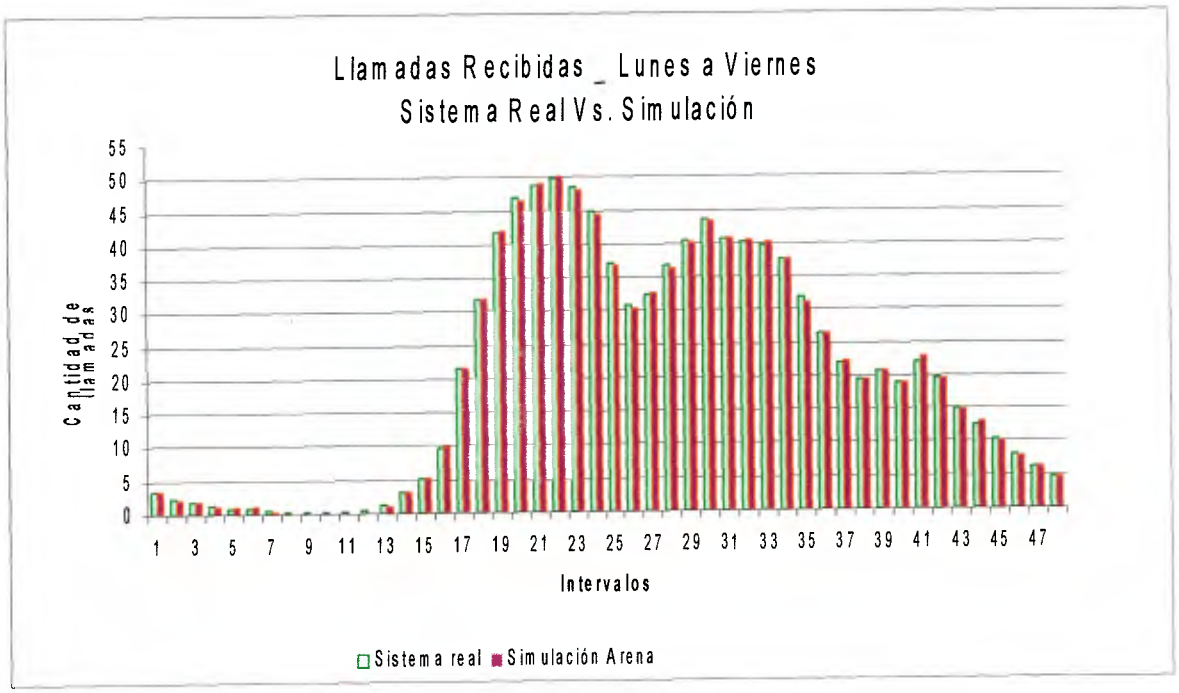
Demanda Vs. Llamadas Atendidas - Sistema Real y Simulación

Lunes a Viernes



Fines de Semana



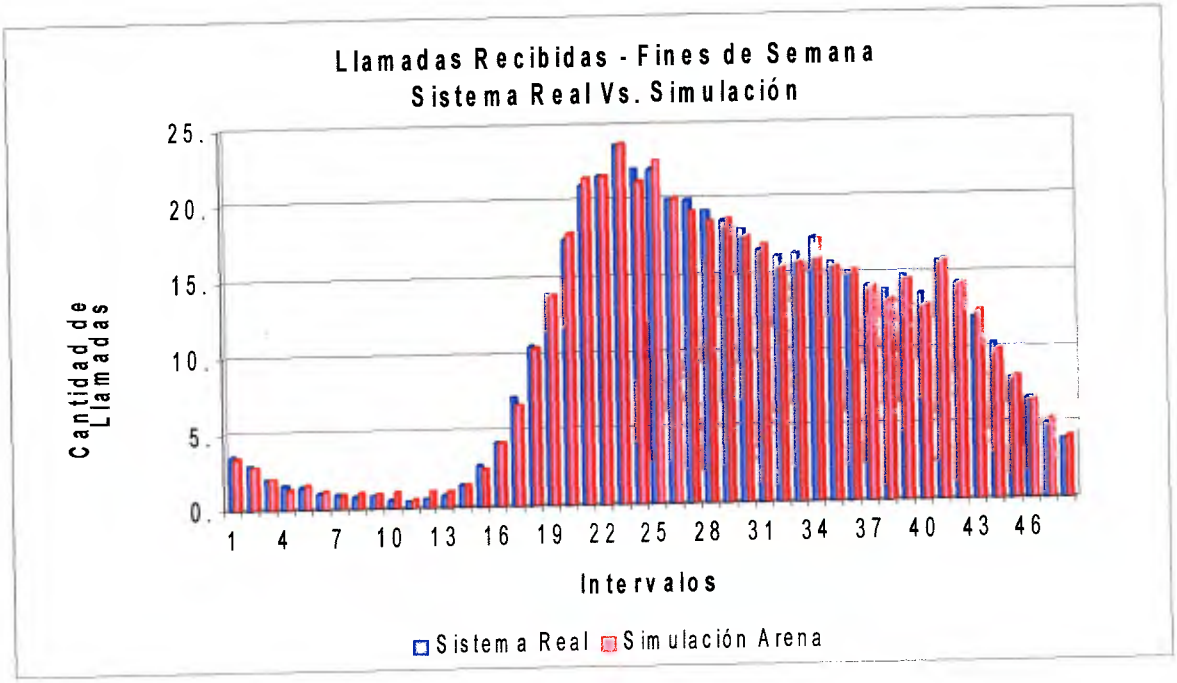


Hora Inicio	HoraFin	Intervalo
Midnight	12:30 a.m	1.
12:30 a.m.	1:00 a.m.	2.
1:00 a.m.	1:30 a.m.	3.
1:30 a.m.	2:00 a.m.	4.
2:00 a.m.	2:30 a.m.	5.
2:30 a.m.	3:00 a.m.	6.
3:00 a.m.	3:30 a.m.	7.
3:30 a.m.	4:00 a.m.	8.
4:00 a.m.	4:30 a.m.	9.
4:30 a.m.	5:00 a.m.	10.
5:00 a.m.	5:30 a.m.	11.
5:30 a.m.	6:00 a.m.	12.
6:00 a.m.	6:30 a.m.	13.
6:30 a.m.	7:00 a.m.	14.
7:00 a.m.	7:30 a.m.	15.
7:30 a.m.	8:00 a.m.	16.
8:00 a.m.	8:30 a.m.	17.
8:30 a.m.	9:00 a.m.	18.
9:00 a.m.	9:30 a.m.	19.
9:30 a.m.	10:00 a.m.	20.
10:00 a.m.	10:30 a.m.	21.
10:30 a.m.	11:00 a.m.	22.
11:00 a.m.	11:30 a.m.	23.
11:30 a.m.	12:00 p.m.	24.

Hora Inicio	HoraFin	Intervalo
12:00 p.m.	12:30 p.m.	25.
12:30 p.m.	1:00 p.m.	26.
1:00 p.m.	1:30 p.m.	27.
1:30 p.m.	2:00 p.m.	28.
2:00 p.m.	2:30 p.m.	29.
2:30 p.m.	3:00 p.m.	30.
3:00 p.m.	3:30 p.m.	31.
3:30 p.m.	4:00 p.m.	32.
4:00 p.m.	4:30 p.m.	33.
4:30 p.m.	5:00 p.m.	34.
5:00 p.m.	5:30 p.m.	35.
5:30 p.m.	6:00 p.m.	36.
6:00 p.m.	6:30 p.m.	37.
6:30 p.m.	7:00 p.m.	38.
7:00 p.m.	7:30 p.m.	39.
7:30 p.m.	8:00 p.m.	40.
8:00 p.m.	8:30 p.m.	41.
8:30 p.m.	9:00 p.m.	42.
9:00 p.m.	9:30 p.m.	43.
9:30 p.m.	10:00 p.m.	44.
10:00 p.m.	10:30 p.m.	45.
10:30 p.m.	11:00 p.m.	46.
11:00 p.m.	11:30 p.m.	47.
11:30 p.m.	Midnight	48.

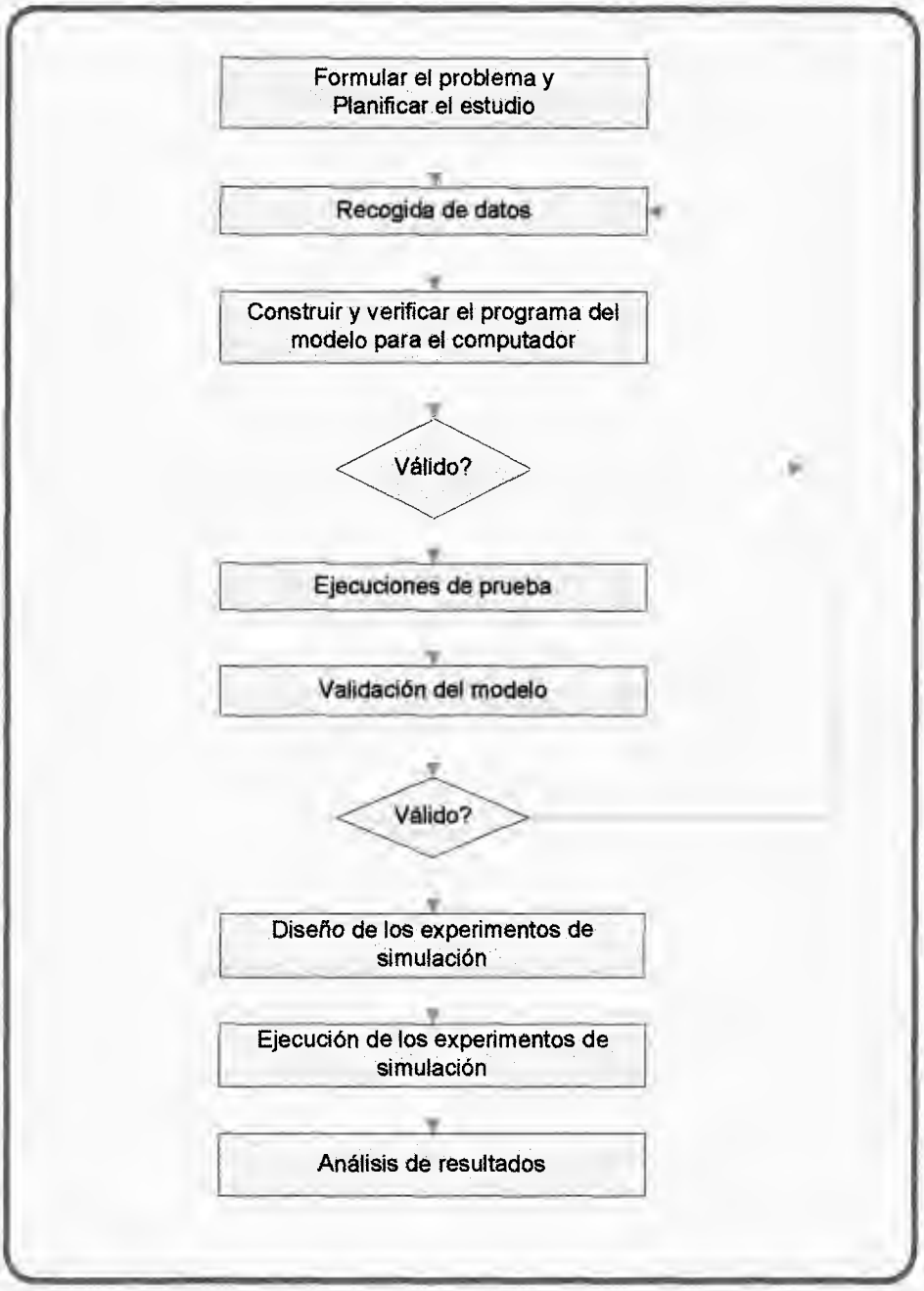
Promedio de Llamadas Recibidas – Fines de Semana

Nº Intervalo	Hora Inicio	Hora Fin	Infoline	Arena
1.	Midnight	12:30 a.m	3.51	3.35
2.	12:30 a.m.	1:00 a.m.	2.91	2.81
3.	1:00 a.m.	1:30 a.m.	1.99	2.01
4.	1:30 a.m.	2:00 a.m.	1.60	1.34
5.	2:00 a.m.	2:30 a.m.	1.45	1.59
6.	2:30 a.m.	3:00 a.m.	1.09	1.19
7.	3:00 a.m.	3:30 a.m.	0.92	0.96
8.	3:30 a.m.	4:00 a.m.	0.79	1.03
9.	4:00 a.m.	4:30 a.m.	0.84	0.99
10.	4:30 a.m.	5:00 a.m.	0.53	1.06
11.	5:00 a.m.	5:30 a.m.	0.48	0.50
12.	5:30 a.m.	6:00 a.m.	0.60	1.11
13.	6:00 a.m.	6:30 a.m.	0.84	1.06
14.	6:30 a.m.	7:00 a.m.	1.43	1.41
15.	7:00 a.m.	7:30 a.m.	2.74	2.49
16.	7:30 a.m.	8:00 a.m.	4.13	4.20
17.	8:00 a.m.	8:30 a.m.	7.20	6.66
18.	8:30 a.m.	9:00 a.m.	10.46	10.33
19.	9:00 a.m.	9:30 a.m.	13.94	13.89
20.	9:30 a.m.	10:00 a.m.	17.48	17.88
21.	10:00 a.m.	10:30 a.m.	21.01	21.52
22.	10:30 a.m.	11:00 a.m.	21.62	21.63
23.	11:00 a.m.	11:30 a.m.	23.60	23.66
24.	11:30 a.m.	12:00 p.m.	22.07	21.21
25.	12:00 p.m.	12:30 p.m.	22.00	22.60
26.	12:30 p.m.	1:00 p.m.	19.99	20.07
27.	1:00 p.m.	1:30 p.m.	19.92	19.24
28.	1:30 p.m.	2:00 p.m.	19.22	18.58
29.	2:00 p.m.	2:30 p.m.	18.50	18.67
30.	2:30 p.m.	3:00 p.m.	17.95	17.44
31.	3:00 p.m.	3:30 p.m.	16.55	17.01
32.	3:30 p.m.	4:00 p.m.	16.23	15.57
33.	4:00 p.m.	4:30 p.m.	16.34	15.81
34.	4:30 p.m.	5:00 p.m.	17.35	17.30
35.	5:00 p.m.	5:30 p.m.	15.72	15.48
36.	5:30 p.m.	6:00 p.m.	15.08	15.19
37.	6:00 p.m.	6:30 p.m.	14.10	14.09
38.	6:30 p.m.	7:00 p.m.	13.92	13.22
39.	7:00 p.m.	7:30 p.m.	14.85	14.57
40.	7:30 p.m.	8:00 p.m.	13.56	12.83
41.	8:00 p.m.	8:30 p.m.	15.73	15.78
42.	8:30 p.m.	9:00 p.m.	14.25	14.24
43.	9:00 p.m.	9:30 p.m.	11.90	12.41
44.	9:30 p.m.	10:00 p.m.	10.21	9.88
45.	10:00 p.m.	10:30 p.m.	7.99	8.12
46.	10:30 p.m.	11:00 p.m.	6.64	6.52
47.	11:00 p.m.	11:30 p.m.	4.90	5.16
48.	11:30 p.m.	Midnight	3.84	4.04



Hora Inicio	HoraFin	Intervalo
Midnight	12:30 a.m	1.
12:30 a.m.	1:00 a.m.	2.
1:00 a.m.	1:30 a.m.	3.
1:30 a.m.	2:00 a.m.	4.
2:00 a.m.	2:30 a.m.	5.
2:30 a.m.	3:00 a.m.	6.
3:00 a.m.	3:30 a.m.	7.
3:30 a.m.	4:00 a.m.	8.
4:00 a.m.	4:30 a.m.	9.
4:30 a.m.	5:00 a.m.	10.
5:00 a.m.	5:30 a.m.	11.
5:30 a.m.	6:00 a.m.	12.
6:00 a.m.	6:30 a.m.	13.
6:30 a.m.	7:00 a.m.	14.
7:00 a.m.	7:30 a.m.	15.
7:30 a.m.	8:00 a.m.	16.
8:00 a.m.	8:30 a.m.	17.
8:30 a.m.	9:00 a.m.	18.
9:00 a.m.	9:30 a.m.	19.
9:30 a.m.	10:00 a.m.	20.
10:00 a.m.	10:30 a.m.	21.
10:30 a.m.	11:00 a.m.	22.
11:00 a.m.	11:30 a.m.	23.
11:30 a.m.	12:00 p.m.	24.

Hora Inicio	HoraFin	Intervalo
12:00 p.m.	12:30 p.m.	25.
12:30 p.m.	1:00 p.m.	26.
1:00 p.m.	1:30 p.m.	27.
1:30 p.m.	2:00 p.m.	28.
2:00 p.m.	2:30 p.m.	29.
2:30 p.m.	3:00 p.m.	30.
3:00 p.m.	3:30 p.m.	31.
3:30 p.m.	4:00 p.m.	32.
4:00 p.m.	4:30 p.m.	33.
4:30 p.m.	5:00 p.m.	34.
5:00 p.m.	5:30 p.m.	35.
5:30 p.m.	6:00 p.m.	36.
6:00 p.m.	6:30 p.m.	37.
6:30 p.m.	7:00 p.m.	38.
7:00 p.m.	7:30 p.m.	39.
7:30 p.m.	8:00 p.m.	40.
8:00 p.m.	8:30 p.m.	41.
8:30 p.m.	9:00 p.m.	42.
9:00 p.m.	9:30 p.m.	43.
9:30 p.m.	10:00 p.m.	44.
10:00 p.m.	10:30 p.m.	45.
10:30 p.m.	11:00 p.m.	46.
11:00 p.m.	11:30 p.m.	47.
11:30 p.m.	Midnight	48.



Etapas de un estudio de simulación
Fuente: Jaime Barceló – Simulación de Procesos Discretos – Página 58
ISDEFE – Ingeniería de Sistemas – Madrid - 1996

Carga de trabajo del Agente y de la Línea Telefónica

Eduardo Laveglia
Curso gestión eficaz de un Call Center
Caracas - 2002

NIVEL DE SERVICIO

Formas de calcularlos más usadas por los ACD

1. (R+A)/T = (80+5)/100 = 85%
Realista no castiga por abandonos rápidos

2 R/(R+N) = 80/(80+10) = 89%
Muy optimista ignora totalmente el abandono

3 R/T = 80/100 = 80%
Exigente perjudican los abandonos rápidos

4 R/(T-A) = 80/(100-5) = 84%
Equitativa sólo perjudican los abandonos tardíos

100 llamadas totales	(T)
80 respondidas < 20"	(R)
5 abandonos < 20"	(A)
15 esperan > 20"	(E)
5 abandonar > 20"	(B)
10 respondidas > 20"	(N)

Eduardo Laveglia
Curso gestión eficaz de un Call Center

Caracas - 2002

Ejemplo del reporte "Call Times" arrojado por Arena como resultado de la simulación

Unnamed Project
CAI
Thu Sep 16 14:16:12 2004
Call Time Statistics for Call 1 by 30 Minute Time Period

Rep	Time Slot	Week	Day	Daily Slot	*	Time In Center	Service Level	Answer Time	Handle Time
1	1	1	1	1		1,56	100,00%	0	1,52
1	2	1	1	2		1,79	100,00%	0	1,75
1	3	1	1	3		0	0,00%	0	0
1	4	1	1	4		1,2	100,00%	0	1,16
1	5	1	1	5		0,06	100,00%	0	0,02
1	6	1	1	6		1,13	100,00%	0	1,09
1	7	1	1	7		0	0,00%	0	0
1	8	1	1	8		0	0,00%	0	0
1	9	1	1	9		0	0,00%	0	0
1	10	1	1	10		0	0,00%	0	0
1	11	1	1	11		0	0,00%	0	0
1	12	1	1	12		0	0,00%	0	0
1	13	1	1	13		1,26	100,00%	0	1,22
1	14	1	1	14		0,69	100,00%	0	0,65
1	15	1	1	15		0,9	100,00%	0	0,86
1	16	1	1	16		1,03	100,00%	0	0,99
1	17	1	1	17		0,84	100,00%	0	0,8
1	18	1	1	18		0,72	100,00%	0	0,68
1	19	1	1	19		0,91	100,00%	0	0,87
1	20	1	1	20		0,68	100,00%	0	0,64
1	21	1	1	21		0,73	100,00%	0	0,69
1	22	1	1	22		0,75	100,00%	0	0,71
1	23	1	1	23		0,83	100,00%	0	0,79
1	24	1	1	24		0,86	100,00%	0	0,82
1	25	1	1	25		0,84	100,00%	0	0,8
1	26	1	1	26		0,96	100,00%	0	0,92
1	27	1	1	27		0,72	100,00%	0	0,68
1	28	1	1	28		0,78	100,00%	0	0,74
1	29	1	1	29		0,78	100,00%	0	0,74
1	30	1	1	30		0,95	100,00%	0	0,91
1	31	1	1	31		0,96	100,00%	0	0,92
1	32	1	1	32		0,97	100,00%	0	0,93
1	33	1	1	33		1,04	100,00%	0	1
1	34	1	1	34		0,66	100,00%	0	0,62
1	35	1	1	35		1,03	100,00%	0	0,99
1	36	1	1	36		0,66	100,00%	0	0,62

Ejemplo del reporte "Call Counts" arrojado por Arena como resultado de la simulación

Unnamed Project
CAI
Thu Sep 16 14:16:12 2004
Call Count Statistics for Call 1 by 30 Minute Time Period

Rep	Time Slot	Week	Day	Daily Slot	Calls Waiting	Calls In System	Calls Created	Call Backs	Calls Blocked	Calls Offered	Calls Abandoned	Disconnect Calls	Messages Left	Calls Handled
1	1	1	1	1	0	0	3	0	0	3	0	0	0	3
1	2	1	1	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
1	3	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	4	1	1	4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
1	5	1	1	5	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
1	6	1	1	6	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
1	7	1	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	8	1	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	9	1	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	10	1	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	11	1	1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	12	1	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	13	1	1	13	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
1	14	1	1	14	0	0	3	0	0	3	0	0	0	3
1	15	1	1	15	0	0	5	0	0	5	0	0	0	5
1	16	1	1	16	0	1	17	0	0	17	0	0	0	16
1	17	1	1	17	0	1	13	0	0	13	0	0	0	13
1	18	1	1	18	0	1	29	0	0	29	0	0	0	29
1	19	1	1	19	0	2	56	0	0	56	0	0	0	55
1	20	1	1	20	0	0	47	0	0	47	0	0	0	49
1	21	1	1	21	0	1	50	0	0	50	0	0	0	49
1	22	1	1	22	0	3	61	0	0	61	0	0	0	59
1	23	1	1	23	0	0	47	0	0	47	0	0	0	50
1	24	1	1	24	0	2	57	0	0	57	0	0	0	55
1	25	1	1	25	0	2	40	0	0	40	0	0	0	40
1	26	1	1	26	0	2	31	0	0	31	0	0	0	31
1	27	1	1	27	0	1	44	0	0	44	0	0	0	45
1	28	1	1	28	0	1	45	0	0	45	0	0	0	45

Ejemplo del reporte "Agents Group" arrojado por Arena como resultado de la simulación

Unnamed Project
CAI
Thu Sep 16 14:16:12 2004
Agent Statistics for Agent Group 1 by 30 Minute Time Period

Rep	Time Slot	Week	Day	Daily Slot	*	Agents Busy	Agents On Duty	Agent Utilization
1	1	1	1	1		0,15	4	3,81%
1	2	1	1	2		0,06	4	1,46%
1	3	1	1	3		0	3	0,00%
1	4	1	1	4		0,04	3	1,29%
1	5	1	1	5		0	3	0,02%
1	6	1	1	6		0,04	3	1,21%
1	7	1	1	7		0	3	0,00%
1	8	1	1	8		0	3	0,00%
1	9	1	1	9		0	3	0,00%
1	10	1	1	10		0	3	0,00%
1	11	1	1	11		0	4	0,00%
1	12	1	1	12		0	4	0,00%
1	13	1	1	13		0,04	4	1,01%
1	14	1	1	14		0,06	4	1,62%
1	15	1	1	15		0,14	3	4,78%
1	16	1	1	16		0,55	3	18,22%
1	17	1	1	17		0,37	3	12,29%
1	18	1	1	18		0,67	3	22,45%
1	19	1	1	19		1,56	9	17,36%
1	20	1	1	20		1,02	7	14,59%
1	21	1	1	21		1,14	7	16,25%
1	22	1	1	22		1,5	9	16,72%
1	23	1	1	23		1,2	9	13,29%
1	24	1	1	24		1,63	6	27,20%
1	25	1	1	25		1	7	14,26%
1	26	1	1	26		1,04	9	11,58%
1	27	1	1	27		0,87	6	14,46%
1	28	1	1	28		1,14	6	19,06%
1	29	1	1	29		1,05	6	17,53%
1	30	1	1	30		1,36	6	22,63%
1	31	1	1	31		1,58	5	31,54%
1	32	1	1	32		1,5	5	30,09%
1	33	1	1	33		1,13	8	14,16%
1	34	1	1	34		0,7	8	8,73%
1	35	1	1	35		0,98	8	12,30%
1	36	1	1	36		0,53	7	7,57%
1	37	1	1	37		0,75	6	12,48%