

# Mejora del nivel de servicio en la atención presencial en una empresa de Telecomunicaciones empleando simulación de eventos discretos

**Eduardo Carbajal López**

PUCP, San Miguel, Lima, Perú, ecarbajal@pucp.pe

## ABSTRACT

This model develops an application of discrete event simulation to get a performance improve in the level of service of a telecommunication enterprise. The model is based in the logic of a priority client based rule to change queues that allows a significant improve in the level of service and other relevant process indicators.

**Keywords:** Discrete event simulation, Optimization based on simulation, ANOVA

## RESUMEN

El presente modelo desarrolla la aplicación de simulación de eventos discretos para la mejora del nivel de servicio en la atención presencial en una empresa de telecomunicaciones. El modelo se basa en el planteamiento de una mejora en la lógica de atención de clientes por prioridades que permite incrementar significativamente los niveles de servicio obtenidos.

**Palabras claves:** Simulación de eventos discretos, Optimización basada en simulación, anova.

## 1. INTRODUCCION

La empresa XYZ en su canal de atención presencial al cliente tiene 3 tipos de tienda: agencia, CAV (Centro Autorizado de Venta) y multicentros. Las agencias y CAVs realizan atenciones postventa de clientes de telefonía móvil, mientras que los multicentros también atienden clientes de telefonía fija. La diferencia entre CAVs y agencia es que en el primero se realizan ventas y servicio técnico mientras que en las agencias es solo atención postventa. Se cuenta con 34 multicentros, 15 CAVs y 36 agencias a nivel nacional. En la tabla 1 se muestra la distribución mensual de visitas en los 3 canales mencionados.

**Tabla 1 Distribución mensual de visitas por canal.**

Canal	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Agencia	120969	133586	140169
CAV	109477	110318	114148
Multicentros	105303	111187	108245
<b>Total general</b>	<b>335749</b>	<b>355091</b>	<b>362562</b>

Elaboración Propia

Dentro de la tienda el cliente puede realizar todo tipo de transacciones como cambio de plan, cambio de equipo, consultas de facturación, cambio de titularidad de la línea, solicitud de corte x robo, solicitud de baja del servicio, cambio de chip o simcard del celular entre muchos otros más. Pero no todos los clientes que llegan a la tienda son atendidos en ventanilla sino que son recibidos por una anfitriona que le pregunta al cliente sobre la

transacción a realizar y dependiendo de la complejidad de la misma el cliente puede ser derivado a una atención en unas cabinas 104 instaladas dentro de la misma oficina, esto para aligerar la congestión que se genera en las ventanillas.

Debido al alto flujo de clientes que se acerca mensualmente a las tiendas se ha visto la necesidad de cambiar el esquema de las tiendas, es decir, antes las agencias no realizaban ventas pero desde hace algunos meses se ha adecuado los procedimientos y sistemas internos para que ya se puedan hacer las ventas en un proyecto progresivo a nivel nacional que recién comenzó hace algunos meses.

## 1.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ADMINISTRADOR DE COLAS

El sistema administrador de colas que cuenta las agencias y CAVs es Bmatic, y los multicentros con Qmatic. Estos sistemas administran las colas de atención de clientes, mide la productividad de la tienda y de los ejecutivos, de donde se obtiene información de tasa de arribo, tipos de cliente, tiempos de espera, etc. Su funcionamiento se basa en emisión de tickets y de algoritmos internos que determinan el orden de atención de los clientes. Se dará una descripción de los conceptos más relevantes para entender el funcionamiento estos administradores.

### 1.1.1 TIPO DE CLIENTES

Antes el sistema emitía tickets dependiendo del tipo de transacción que el cliente venía a realizar por lo que se tenía muchos diferentes tipos de tickets que el jefe de oficina no podía realizar un correcto seguimiento, por eso desde hace unos meses se cambió el esquema de emisión de tickets orientado no al tipo de transacción sino al valor del cliente, en la tabla 2.2 se muestra los tipos de cliente que se acercan a cada tipo de tienda.

En los multicentros se toma el segmento Residencial y Negocios como tipo de cliente, más en las agencias y CAVs se hace una diferenciación aún mayor por su valor.

**Tabla 2 Tipo de clientes.**

<b>Agenda y CAV</b>	<b>Multicentros</b>
Alto Valor Negocios	Móviles
Alto Valor Residencial	Residencial
Cliente Especial Negocios	Tups
Cliente Especial Residencial	Negocios
Resto Negocios	Libro de Reclamación
Resto Residencial	Atención Prioritaria

### 1.1.2 HITOS DE TIEMPO

Los tickets contienen información que son almacenados en servidores internos que guardan importante información estadística como:

- Hora de generación, indica la hora que el ticket es emitido.
- Hora de asignación, indica la hora que el sistema asigna un recurso para atender al cliente.
- Hora inicio de atención, indica la hora que realmente empezó la atención.
- Hora de fin de atención, indica la hora en que el cliente se retira de la ventanilla.
- Tiempo de espera, es la diferencia de tiempo entre la hora de generación y la hora de generación.
- Tiempo de atención, es la diferencia de tiempo entre el tiempo de fin de atención e inicio de atención.

### 1.1.3 INDICADORES DE DESEMPEÑO

Antes de definir la situación actual de la empresa y su problemática se mostrara los indicadores de medición que cuenta la empresa para poder medir la atención presencial. Para este propósito la empresa cuenta con 3 indicadores principales de medición básicos de gestión: Tiempo Promedio de Espera y Nivel de Servicio.

El Tiempo Promedio de Espera es calculada de la resta entre la hora de generación y la hora de asignación de cada ticket. El indicador muestra cual es el tiempo de respuesta de atención de los asesores respecto a la llegada de los clientes, se puede medir por tipo de cliente, tienda, canal y nivel país.

El nivel de servicio combina las visitas y el tiempo de espera en un solo indicador que representa a la tienda.

Existe una meta establecida para los principales tipos de clientes descrita previamente, que al igual que el tiempo de espera puede verse por tienda, canal y país, mas no por asesor ya que cada uno no cuenta con una cola asignada sino que todos los clientes esperan en una cola general

## 2. DIAGNÓSTICO

Uno de los indicadores más importantes de la empresa a nivel nacional es la satisfacción del cliente, la cual involucra muchos factores como la comodidad de la tienda, el conocimiento del asesor que lo atiende, el tiempo de espera, entre otros. Con la evolución del mercado de las telecomunicaciones en el Perú y la fuerte competencia local, una ventaja competitiva es mantener la satisfacción de los clientes, de ahí la importancia de este indicador.

En este estudio se enfocara principalmente en uno de los factores de la satisfacción, el tiempo de espera, que representa un reto dado las agresivas metas de ventas de la empresa, pues realizar y concretar la venta para el asesor requiera un tiempo adicional al de la transacción del cliente, por lo que generalmente se encontrara en la dubitativa de si vender más o dar una mejor atención a los clientes.

En la siguiente tabla 3 se puede ver la distribución de las ventas por Cross selling

**Tabla 3. Distribución de ventas por Cross selling.**

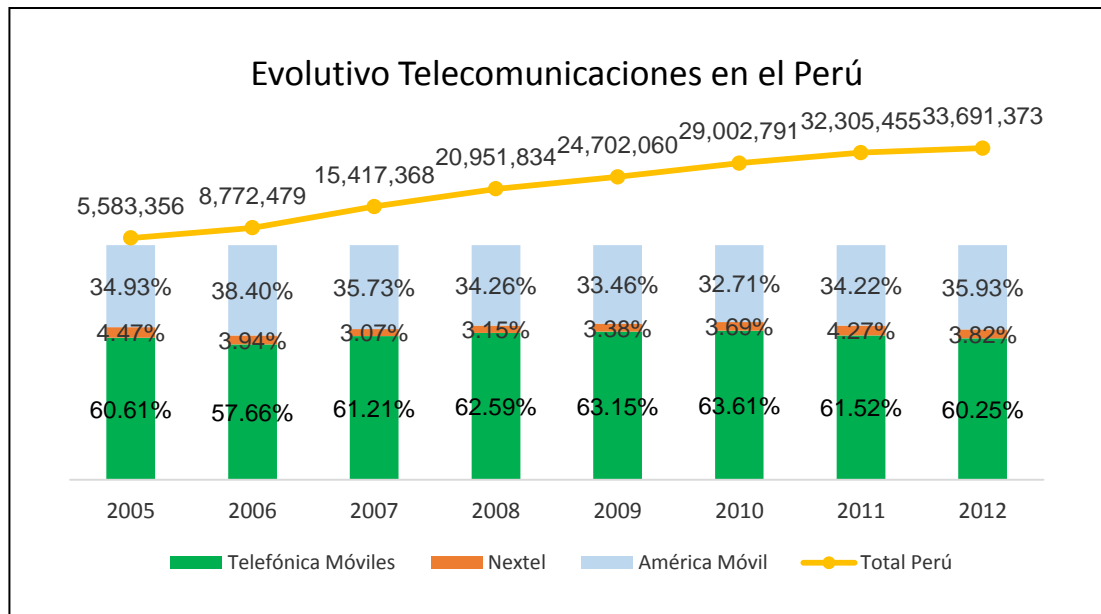
Canal	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Agencia	4103	4751	8909
Cav	2634	3492	5944
Multicentros	2042	2376	3640
Total	8779	10619	18493

La meta de Nivel de Servicio, varía dependiendo del tipo de cliente y canal.

**Tabla 4. Meta de Nivel de Servicio por canal.**

Canal	Tipo Cliente	Objetivo
Agencia y Cav	Residencial Alto Valor	85%
	Negocios Alto Valor	85%
	Resto Clientes Residencial	80%
	Resto Clientes Negocios	80%
Multicentros	General	80%

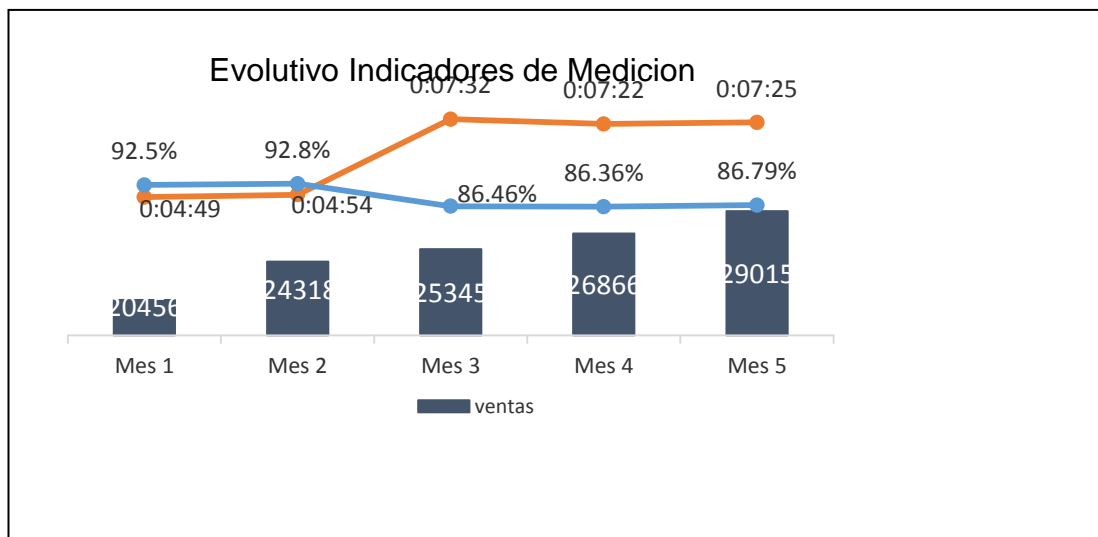
Debido al aumento del mercado de las líneas móviles en el Perú, se ha visto la necesidad en la empresa de iniciar campañas de ventas a nivel nacional para poder mantener una importante presencia en el mercado nacional, como se observa en la Figura 1.



**Figura 1 Evolutivo Telecomunicaciones en el Perú**

Como se observa, el mercado de líneas móviles creció casi 7 veces desde 2005 al cierre de 2012, sin embargo las empresas del sector local han mantenido una presencia constante.

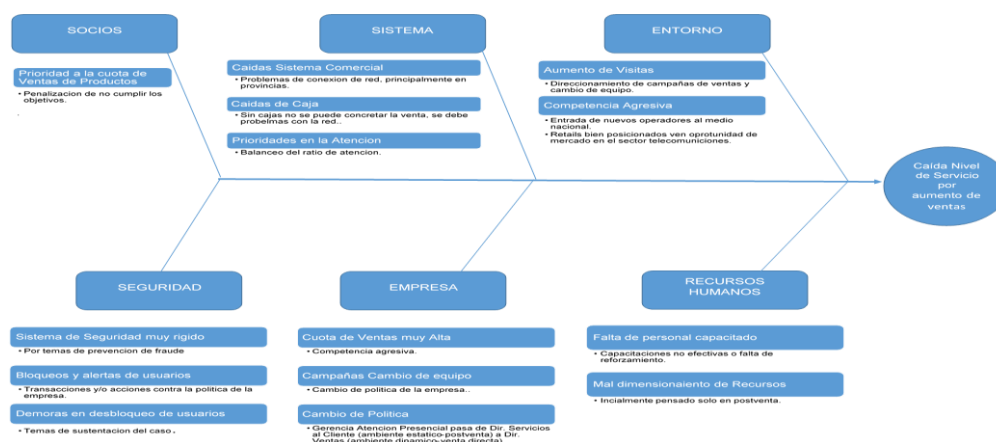
Por otro lado, desde fines del 2012 a inicios de este mes se ha detectado anomalías en los indicadores de medición de las tiendas, que se observa en la figura 2



**Figura 2. Evolutivo Indicadores de Medición**

Como se observa en los últimos 5 meses ha habido un incremento en las ventas, esto debido a un cambio en el esquema de atención que se hablara más adelante, ha perjudicado los niveles de atención de la tienda así como un aumento en los tiempos de espera de los clientes en general.

Teniendo este resultado se procederá a realizar un análisis de causas, en este caso el método Ishikawa, en la Figura 3.



**Figura 3. Método Ishikawa**

Para determinar las principales causas más influyentes para nuestro estudio se utilizara la matriz de Probabilidad e Impacto:

**Tabla 5. Matriz de Probabilidad e Impacto**

Causas	Probabilidad (P)	Impacto (I)	P x I
Prioridades en la Atención	2	1	2
Caídas de Sistema Comercial	1	3	3
Caídas de Caja	1	3	3
Bloqueos y alertas de usuarios	1	3	3
Cambio de Política	1	3	3
Falta de personal capacitado	1	3	3
Sistema de seguridad muy rígido	2	2	4
Prioridad a la cuota de venta de producto	3	2	6
Competencia Agresiva	2	3	6
Demora en desbloques de usuarios	2	3	6
Campañas de Cambio de Equipo	2	3	6
Aumento de Visitas	3	3	9
Cuota de Ventas muy alto	3	3	9
Mal dimensionamiento	3	3	9

A partir de la cual se plantean las contramedidas descritas en la Tabla 6.

**Tabla 6. Acciones Contramedida**

Causa Raíz	Solución Contramedida
Aumentar los ingresos de la Empresa	A. Más campañas atractivas a los clientes.
No generar pérdidas a largo plazo	B. Capacitaciones en venta a los usuarios para mejorar la concentrabilidad.
Mejorar los indicadores de la empresa	C. Rediseñar los indicadores con el cambio de política de la empresa.
No lograr cuota de ventas	D. Cuota de venta escalonada cada mes.
Sindicatos	E. Llegar a un acuerdo para atender demás clientes
Prisa por cubrir posiciones	F. Mejorar las capacitaciones y mejor dimensionamiento de personal.

Teniendo identificado las posibles soluciones se empleara la matriz FACTIS para escoger la más adecuada y viable, pero primero se ponderar el más importante:

**Tabla 7. Ponderación de Criterios**

	<b>Criterio</b>	<b>Ponderación</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>F</b>	1= baja 2= media 3=alta	3	3	3	2	2	3
<b>A</b>	1= baja 2= media 3=alta	3	2	2	1	2	2
<b>C</b>	1= baja 2= media 3=alta	2	2	2	1	1	2
<b>T</b>	1= baja 2= media 3=alta	4	1	1	3	1	2
<b>I</b>	1= baja 2= media 3=alta	3	2	1	1	1	1
<b>S</b>	1= baja 2= media 3=alta	1	1	1	1	1	1
<b>TOTAL</b>		16	30	30	27	22	31

La línea de solución que se planteara en el presente estudio estará enfocado en un dimensionamiento apropiado de cada una de las tiendas orientado a los objetivos, además también de sugerir si fuese el caso revisar las prioridades y cargas de atención por el tipo de cliente, para lo cual utilizaremos una herramienta de simulación de eventos discretos, Arena, la cual ya ha sido utilizado en otros tipos de sectores afines como en bancos principalmente, en donde se tiene un sistema administrador de colas, que se detalla en el punto 2.2.2, que gestiona por algoritmos internos el orden de atención.

### 3. DATOS DE ENTRADA

En el proceso de la realización del modelo de simulación, es muy importante el contar con una base de datos de entrada que se obtienen por lo general del sistema real que se desea simular. Estos datos se analizarán de tal forma de encontrar la mejor distribución de probabilidad que se le ajusta con el fin de obtener un modelo de simulación que represente de la mejor manera al sistema real.

#### 3.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

Los datos de entrada necesarios para realizar el modelo de simulación se recolectaron a través de la información obtenida de la consulta al Sistema Administrador de Colas “Bmatic”, la cual es usada por la empresa en estudio. La metodología a seguir será la de encontrar la configuración de la distribución estadística que más se ajuste a las tiempos entre llegada, tasas de abandono y tiempos de servicio.

La tasa de llegada se podría considerar variable por intervalo de horas en un día y es por esa razón que se ha considerado prudente realizar una prueba ANOVA para corroborar la hipótesis que se puede ver en la Tabla 8.

#### 3.2 MUESTREO

El paso siguiente será calcular la media y la desviación estándar por cada periodo de 60 minutos. A continuación se procede a hallar el tamaño de muestra mediante la fórmula  $n_0 = Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 * \sigma^2 / (\alpha * \mu)^2$  donde  $\alpha = 0.05$ . Para el caso del ejemplo se obtiene la Tabla 9

.

**Tabla 9. Cálculo del tamaño de muestra**

Hora	Valor
Media	0:02:14
Desviación estándar	0:02:19
$n_0$	1655.5171
error	0.05
n	1656

Este procedimiento se deberá realizar para las otras variables de entrada por agencias debido a que cada uno tiene un comportamiento diferente como se concluyó del ANOVA.

**Tabla 8. ANOVA: TIEMPO ENTRE LLEGADA vs. AGENCIA, HORA**

Fuente	GL	SC	MC	F	P
AGENCIA	7	0.044202	0.0063146	40.01	0.000
HORA	9	0.012155	0.0013506	8.56	0.000
Interacción	63	0.101007	0.0016033	10.16	0.000
Error	2320	0.366124	0.0001578		
Total	2399	0.523489			

S = 0.01256    R-cuad. = 30.06%    R-cuad. (ajustado) = 27.68%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

AGENCIA	Media	
BOUTIQUE CEL	0.0014590	(--*--)
BOUTIQUE CEL	0.0088013	(--*--)
BOUTIQUE CEL	0.0166823	(--*--)
BOUTIQUE CEL	0.0077329	(--*--)
BOUTIQUE CEL	0.0050833	(--*--)
CAV AREQUIPA	0.0037463	(--*--)
CAV CAMINO R	0.0052436	(--*--)
CAV SAN BORJ	0.0055410	(--*--)

0.0000    0.0050    0.0100    0.0150

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

HORA	Media	
9	0.0057799	(-----*-----)
10	0.0063458	(-----*-----)
11	0.0046575	(-----*-----)
12	0.0060225	(-----*-----)
13	0.0064703	(-----*-----)
14	0.0064939	(-----*-----)
15	0.0132271	(-----*-----)
16	0.0074117	(-----*-----)
17	0.0056283	(-----*-----)
18	0.0058249	(-----*-----)

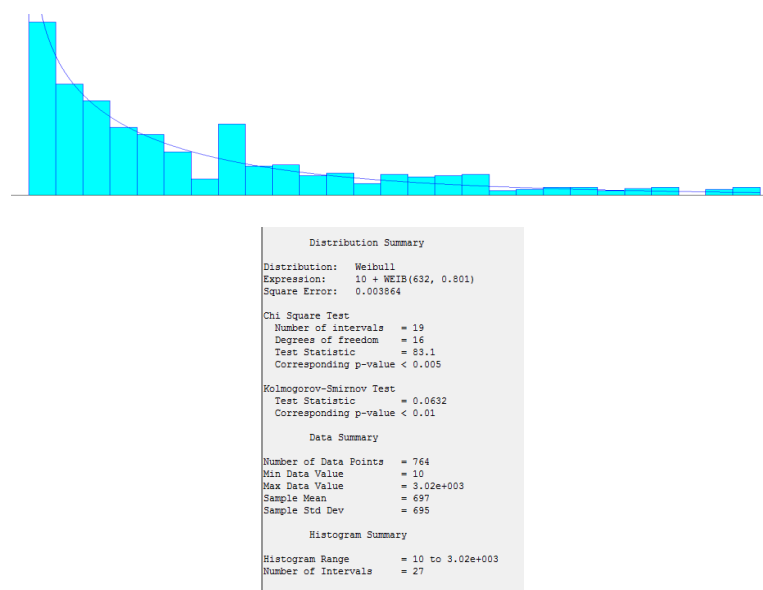
0.0030    0.0060    0.0090    0.0120

### 3.3 ANÁLISIS DE DATOS

Luego de encontrar el tamaño de muestra que se debe seleccionar, se procede a extraer dicha muestra y se deberá guardar los datos en un bloc de notas.

A continuación se deberá ingresar al *Input Analyzer* y después de cargar la data se deberá probar cada distribución conocida para poder encontrar la que mejor se ajuste a los datos que se han ingresado. Para ello se utilizará la opción *Fit All*, que nos permitirá compararlo con todas las distribuciones disponibles y nos dará como resultado aquella que mejor se ajuste a

la distribución real del sistema. Al realizar dicha operación, se obtiene la información que se presenta en la Figura 6.



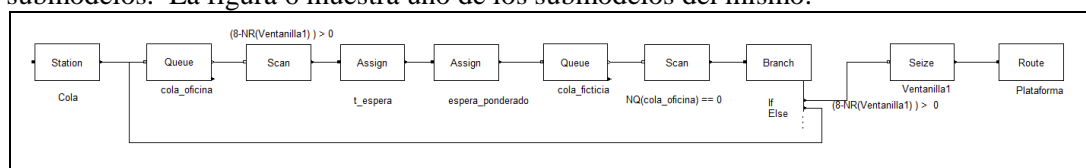
**Figura 5. Resultado del ajuste de distribución**

De la Figura 5. se obtiene que la distribución que se deberá ingresar al *CREATE* del modelo de simulación será  $10 + WEIB(632, 0.801)$ .

Del mismo modo se deberá realizar el procedimiento descrito para cada hora y cada agencia.

#### 4. MODELO

El modelo en Arena contiene la representación del sistema de gestión de colas por submodelos. La figura 6 muestra uno de los submodelos del mismo.



**Figura 6.2 Submodelo Cola**

#### 5. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONOMICA

Se evalúan los dos indicadores principales, el tiempo de espera y el Nivel de Servicio, como se observa en la tabla 10

**Tabla 10. Comparativo de Escenarios**

Escenarios	Tiempo Promedio de Espera	Nivel de Servicio
Modelo Original	00:10:08	84.46%
Modelo Original con Optquest	00:10:08	84.46%
Modelo Mejorado	00:08:55	85.69%
Modelo Mejorado con Optquest	00:08:55	85.69%



Como se observa en la tabla 10 en el caso de los modelos usados con Optquest no presentan ninguna diferencia con su modelo base, esto se debe a que el único parámetro importante que se le daba a este programa era el número de recursos, pero este lo hemos mantenido fijo, y le hemos cambiado parámetros internos al modelo.

Si bien el modelo mejorado no presenta un cambio muy notorio en el nivel de servicio, si se observa una disminución en el tiempo de espera de más de 1 minuto, el cual para una tienda que atiende más de 500 clientes al día, es una mejora considerable.

En la tabla 11 se encuentran los principales costos involucrados en la implementación de la propuesta de mejora.

**Tabla 11. Gastos incurridos en la implementación**

OBJETO	DESCRIPCIÓN	COSTO ESTIMADO (S/.)
Licencia del software	Se refiere al costo de la licencia del software ARENA para poder usarlo de manera legal en el proyecto de implementación de la mejora.	56,785.00
Sueldo de los analistas	Los analistas son aquellas personas a las que se les contratará con el fin de que realicen una evaluación de la situación actual.	3,000.00 al mes
Sueldo del programador	La persona encargada de ejecutar los cambios en el sistema de Bmatic.	2,500.00 al mes

Para calcular el costo de oportunidad de la empresa (COK) se empleará el método CAPM (Capital Asset Pricing Model) en donde primero se deberá calcular el retorno financiero, para lo cual de la página del libro de betas del profesor en finanzas Aswath Damodaran se obtuvo que  $\beta_E = 0.92$  y  $D/C = 1.0825$  para el sector de telecomunicaciones. A continuación se procederá a calcular el retorno económico de la Empresa XYZ, para lo cual se debe calcular primero el Beta sobre activos ( $\beta_{OA}$ ) de acuerdo a la expresión:

$$\beta_{OA} = \beta_E / (1 + (1 - \tau_{PERÚ}) * (1 - \phi_{PERÚ}) D/C)$$

Dónde:

**Tabla 12. Cálculo del retorno económico de la Empresa XYZ**

Beta Fin $\beta_E$	Deuda/Capital $D/C$	Tasa Impositiva $\tau_{PERÚ}$	Participación $\phi_{PERÚ}$	Beta Ec. $\beta_{OA}$
0.92	1.0825	30.0%	60.0%	0.71

Luego se calculará el COK mediante la expresión Mediante la fórmula  $K_{OA} = rf + \beta_{OA}(\text{Prima de Riesgo})$  donde:

**Tabla 13. Cálculo del COK de la Empresa XYZ**

Tasa libre de Riego $rf$	Prima de Riesgo	Beta Ec. $\beta_{OA}$	COK $K_{OA}$
4.73%	5.49%	0.71	8.63

Los ingresos estarán dados por el cross-selling realizado en ventanilla. Esta tendrá como variables el porcentaje de abandono de los clientes, el porcentaje de efectividad de cross-selling y el promedio de variación en la facturación del cliente.

De acuerdo a lo explicado anteriormente se procedió a multiplicar la cantidad total de clientes a nivel nacional por mes (240,000 clientes) por el 2.8% de abandono y por el 15% de efectividad de cross-selling para luego multiplicarlo por la ganancia promedio de S/. 15.00 adicional en la facturación del cliente con lo que se obtuvo como resultado S/. 15,120.00.

$VAN = S/. 21,500.25$

Además de hacer uso de este indicador, se evaluó también la TIR, donde se obtuvo como resultado un 8.58%.

De acuerdo a los resultados obtenidos, debido a que el valor del VAN es positivo, es recomendable que el proyecto sea aceptado y ejecutado debido a que en un futuro se podrá recuperar la inversión inicial.

## 6. CONCLUSIONES

La empresa XYZ cuenta con un porcentaje de mercado alto actualmente, sin embargo frente a la aparición de nuevos competidores y a clientes con cada vez más poder de decisión se llegó a la conclusión de que su sistema de ordenador de colas debería ser modificado para darle prioridad a sectores a los cuales no se le daban mucha importancia por su valor para la empresa, pero que en volumen representa a un mayor porcentaje de la cartera de clientes de la empresa. Esto con el fin de mantener el posicionamiento en el mercado y tener perspectiva de crecimiento.

La propuesta de mejora propuesta es básicamente una reformulación de las prioridades de los tipos de clientes al momento de ser atendidos en la cola de atención presencial en donde se trató de lo posible de no alterar el número actual de ventanillas, empleados y cantidad de horas de atención con las que se cuenta en el sistema real. Debido a que no se ha modificado las características físicas de la empresa y solo se ha modificado una parte del software, los costos de implementación se redujeron a los salarios de las personas contratadas para la implementación del proyecto de mejora sin tener sobrecostos mensuales por depreciación de alguna máquina extra.

## 7. REFERENCIAS

- Altiok, T. (2007). "Simulation Modeling and Analysis with Arena" *Academic Press*
- Banks, J, Barry, N., Carson, J. y Nicol, D.. (2004). "Discrete-Event System Simulation". Cuarta edición. *Editorial Prentice Hall International*.
- Kelton, David, Sadowwski, D. y Sadowwski, R. (2010). "Simulation with Arena" *Editorial McGraw-Hill*
- Rosseti, M.D. (2010). "Simulation Modeling and Arena", 3<sup>rd</sup> edition, *Wiley & Sons United States of America*

### ***Authorization and Disclaimer***

*Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper*