

**Tipo de documento:** Tesis de maestría



*Escuela de Negocios. Master in Management + Analytics*

# **Diseño de equipos en call center: Análisis de modelos de colas para la toma de decisiones**

Autoría: Serra, Tomás Fernando

Año: 2024

## **¿Cómo citar este trabajo?**

Serra, T.(2024). *Diseño de equipos en call center: Análisis de modelos de colas para la toma de decisiones. [Tesis de maestría. Universidad Torcuato Di Tella]*. Repositorio Digital Universidad Torcuato Di Tella

<https://repositorio.utdt.edu/handle/20.500.13098/12939>

El presente documento se encuentra alojado en el Repositorio Digital de la Universidad Torcuato Di Tella bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial- Compartir igual 4.0 Argentina  
Dirección: <https://repositorio.utdt.edu>



UNIVERSIDAD  
TORCUATO DI TELLA

MASTER IN MANAGEMENT + ANALYTICS

DISEÑO DE EQUIPOS EN CALL CENTER: ANÁLISIS DE  
MODELOS DE COLAS PARA LA TOMA DE DECISIONES

**TESIS**

Tomás Fernando Serra

2024

Tutor: Gustavo Vulcano

## **Resumen**

Esta tesis tiene como objetivo principal mejorar las decisiones de gestión de personal en un centro de atención al cliente perteneciente a una empresa multinacional de la industria del gas y petróleo. El centro opera con dos líneas de negocio y el análisis se centra en determinar la cantidad óptima de agentes necesarios para satisfacer la demanda, así como en proponer estrategias flexibles que permitan enfrentar la variabilidad en los volúmenes de trabajo.

Se recomienda a la gerencia adoptar una estrategia combinada que incluya la unificación de equipos, la segmentación de la demanda y ajustes del tiempo en que los agentes se encuentran atendiendo llamados. Se destaca que la aplicación de estas medidas en su conjunto puede optimizar la eficiencia del servicio y garantizar un sistema estable en la mayoría de las situaciones.

## **Abstract**

This thesis aims to enhance personnel management decisions in a customer service center belonging to a multinational company in the oil & gas industry. The center operates with two business lines. The analysis focuses on determining the optimal number of agents required to meet demand and proposing flexible strategies to address variability in workload volumes.

Management is advised to consider a combined strategy that includes team consolidation, demand segmentation, and adjustments to the agent call-handling hours. It is emphasized that implementing these measures collectively can optimize service efficiency and ensure a stable system in most situations.

## Tabla de Contenidos

Índice de Tablas.....	4
Índice de Figuras .....	4
1. Introducción .....	5
1.1. Motivación .....	5
1.2. Contexto.....	5
1.3. Problema.....	9
1.4. Objetivo .....	9
2. Metodología .....	14
3. Datos .....	11
4. Resultados .....	18
4.1 Equipo de Revenue.....	18
4.1.1 Demanda baja .....	21
4.1.2 Demanda media .....	30
4.1.3 Demanda alta .....	32
4.1.4 Consideraciones .....	34
4.2 Equipo Division Order .....	34
4.2.1 Demanda baja .....	36
4.2.2 Demanda media .....	38
4.2.3 Demanda alta .....	40
4.2.4 Consideraciones .....	41
4.3 Equipo conjunto .....	42
4.3.1 Demanda baja .....	44
4.3.2 Demanda media .....	45
4.3.3 Demanda alta .....	46
4.3.4 Consideraciones .....	47
5. Conclusiones.....	48
Referencias.....	51
Apéndice I.....	52

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> - Cantidad de operadores - situación inicial .....	7
<b>Tabla 2</b> - Dataset 1 .....	11
<b>Tabla 3</b> - Dataset 2 .....	13
<b>Tabla 4</b> - Segmentación demanda - Equipo Revenue .....	21
<b>Tabla 5</b> - Resumen Revenue Baja.....	26
<b>Tabla 6</b> - Capacidad por servidor y tiempo estimado - Revenue .....	28
<b>Tabla 7</b> - Comparación de tiempos de espera - Revenue demanda baja .....	29
<b>Tabla 8</b> - Resumen Revenue demanda media.....	30
<b>Tabla 9</b> - Capacidad por servidor - Revenue demanda media .....	31
<b>Tabla 10</b> - Resumen Revenue demanda alta.....	32
<b>Tabla 11</b> - Capacidad por servidor - Revenue demanda alta .....	33
<b>Tabla 12</b> - Segmentación demanda - Equipo Division Order .....	36
<b>Tabla 13</b> - Resumen DO demanda baja.....	36
<b>Tabla 14</b> - Comparación de tiempos de espera - Equipo Division Order baja .....	38
<b>Tabla 15</b> - Resumen DO demanda media .....	38
<b>Tabla 16</b> - Comparación tiempos de espera – Equipo Divison Order media .....	40
<b>Tabla 17</b> - Resumen Division Order alta.....	40
<b>Tabla 18</b> - Comparación de tiempos de espera - Equipo Division Order alta .....	41
<b>Tabla 19</b> - Segmentación demanda - Equipo conjunto .....	43
<b>Tabla 20</b> - Resumen Equipo conjunto demanda baja .....	44
<b>Tabla 21</b> - Capacidad por servidor - Demanda baja .....	44
<b>Tabla 22</b> - Resumen Equipo conjunto demanda media .....	45
<b>Tabla 23</b> - Capacidad por servidor - Demanda media.....	45
<b>Tabla 24</b> - Resumen Equipo conjunto demanda alta .....	46
<b>Tabla 25</b> - Capacidad por servidor - Demanda alta.....	47
<b>Tabla 26</b> - Tiempos de servicio - Resultados analíticos vs Bootsrapping.....	52

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> - Cantidad de llamados por mes .....	7
<b>Figura 2</b> - Cantidad de llamados por mes y línea .....	8
<b>Figura 3</b> - Histograma de duración de llamadas .....	12
<b>Figura 4</b> - Histograma de tiempos de espera .....	22
<b>Figura 5</b> - Duración llamados Revenue .....	22
<b>Figura 6</b> - Frecuencia acumulada del tiempo de servicio.....	23
<b>Figura 7</b> - Distribución tiempos de servicio.....	23
<b>Figura 8</b> - Resultados Bootstrap.....	25

# **1. Introducción**

## **1.1. Motivación**

Una problemática que puede ser encontrada de manera recurrente en toda organización es el diseño óptimo del equipo de trabajo para poder cumplir con los objetivos planteados. La decisión que debe tomar la gerencia sobre la cantidad de personal necesario para llevar a cabo todas las tareas requeridas para realizar el servicio nunca resulta fácil.

Esta decisión se encuentra afectada por restricciones presupuestarias al mismo tiempo que se busca obtener un nivel de servicio mínimo para satisfacer las necesidades de los clientes. La posibilidad de obtener información a partir de datos concretos para conducir la toma de decisiones no siempre es factible, por lo que, de contar con los datos necesarios, siempre deberían ser aprovechados.

Una ventaja que tiene un equipo dedicado a brindar un servicio de atención telefónica, y que ya tiene un tiempo efectuando el trabajo, es que cuenta con los datos necesarios para facilitar la decisión de cuántos agentes son necesarios para cumplir con el objetivo del equipo. El hecho de tener registrado todos los llamados recibidos, así como también el tiempo de procesamiento, permite obtener las métricas necesarias para efectuar el análisis requerido. Es importante resaltar que la utilización de un sistema que facilite la obtención de estos datos resulta fundamental para poder llevar a cabo el estudio correspondiente.

## **1.2. Contexto**

El centro de atención telefónica que será objeto de análisis durante este trabajo corresponde a un equipo dentro de un centro de servicios compartidos ubicado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires que pertenece a una empresa multinacional dedicada a la industria del gas y petróleo.

El departamento, denominado 'Interest Owner Relations' (IOR en adelante), es responsable de atender y facilitar la resolución de problemas y pedidos que surgen por parte de los propietarios de instalaciones no convencionales ubicadas en Estados Unidos.

Las consultas pueden provenir de distintos canales: llamados telefónicos, correo electrónico, correo físico y personalmente. El equipo debe recolectar toda la información pertinente del propietario que está contactándose y brindar una solución. Dicha solución puede ser brindada directamente por el grupo de IOR, para aquellas consultas que resulten lo suficientemente simples como para que el agente pueda dar una respuesta, o redireccionada al área correspondiente para casos más complejos. Las consultas varían en su contenido, pero las más prominentes respectan a información sobre pagos, preguntas contables e impositivas, pedidos de documentación y diferencias en porcentajes de propiedad informados.

A su vez, el grupo está dividido en dos equipos que se dedican a distintos tipos de consulta, a modo de tener especialistas que puedan resolver de manera más eficiente las preguntas y problemas de los propietarios. Por un lado, se encuentra el equipo de 'Revenue' que se especializa en consultas sobre resultados económicos del negocio y pagos de dividendos y regalías. Por el otro, el grupo de 'Division Order' se dedica a responder preguntas sobre la documentación que los interesados necesitan para poder realizar ciertos trámites y consultas sobre discrepancias en el reconocimiento de intereses.

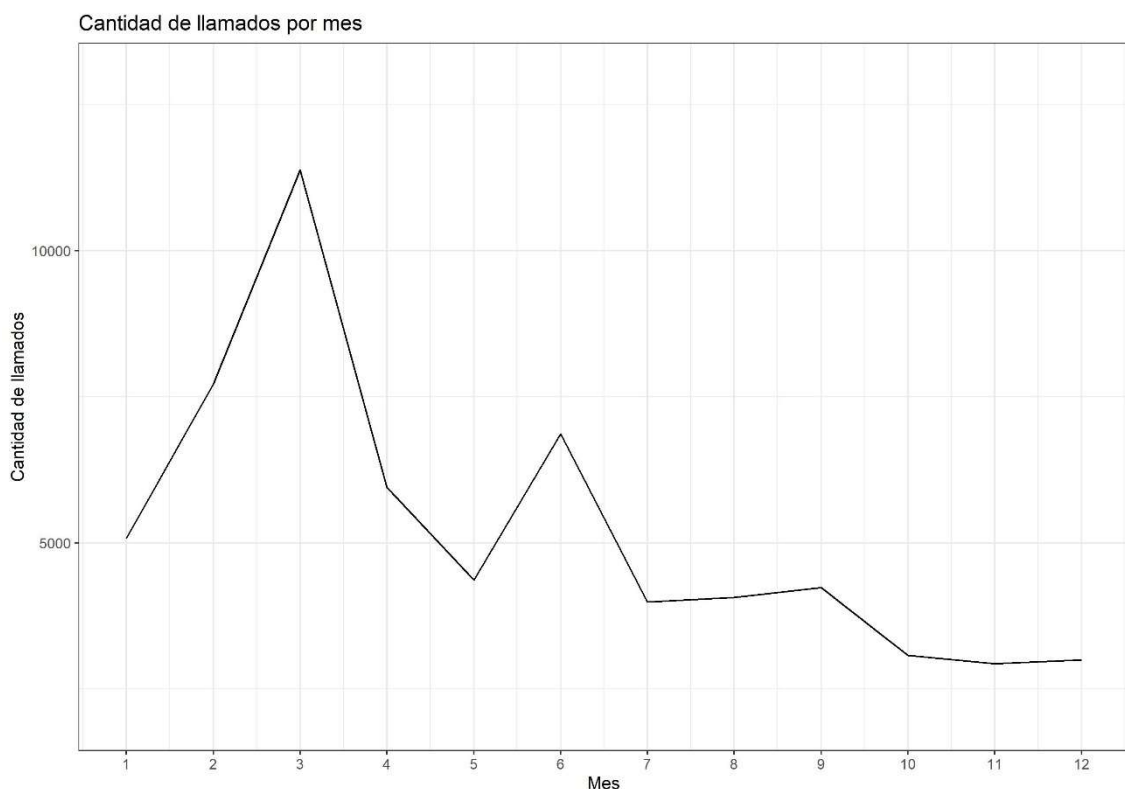
A lo largo del año 2021, como puede observarse en la **Tabla 1** debajo, el equipo de IOR estuvo integrado en promedio por 16 agentes. Dos de estos empleados estaban en el programa de pasantías que aplicaba la empresa, por lo cual trabajaban a tiempo reducido. Cada línea contaba con un pasante. En definitiva, el equipo de Revenue contaba con ocho agentes a tiempo completo y un pasante mientras que el equipo de Division Order estaba compuesto por seis agentes a tiempo completo y su respectivo agente a tiempo parcial.

**Tabla 1.** Cantidad de operadores - situación inicial

	Revenue	Division Order	Total
Operadores Full-time	8	6	14
Operadores Part-time	1	1	2
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>16</b>

Algo relevante a destacar es que el tiempo disponible de cada agente al teléfono no se limita a su horario laboral, sino que es reducido. Además de contestar los llamados, cada agente debe resolver los tickets que se generan a partir de cada interacción con los clientes. De esta manera los agentes dedican entre 2 y 3 horas por día a contestar el teléfono, y el tiempo restante lo dedican a solucionar los tickets, ya que estos tienen un objetivo de ser resuelto antes de cumplir 60 días de abierto.

**Figura 1 -** Cantidad de llamados por mes



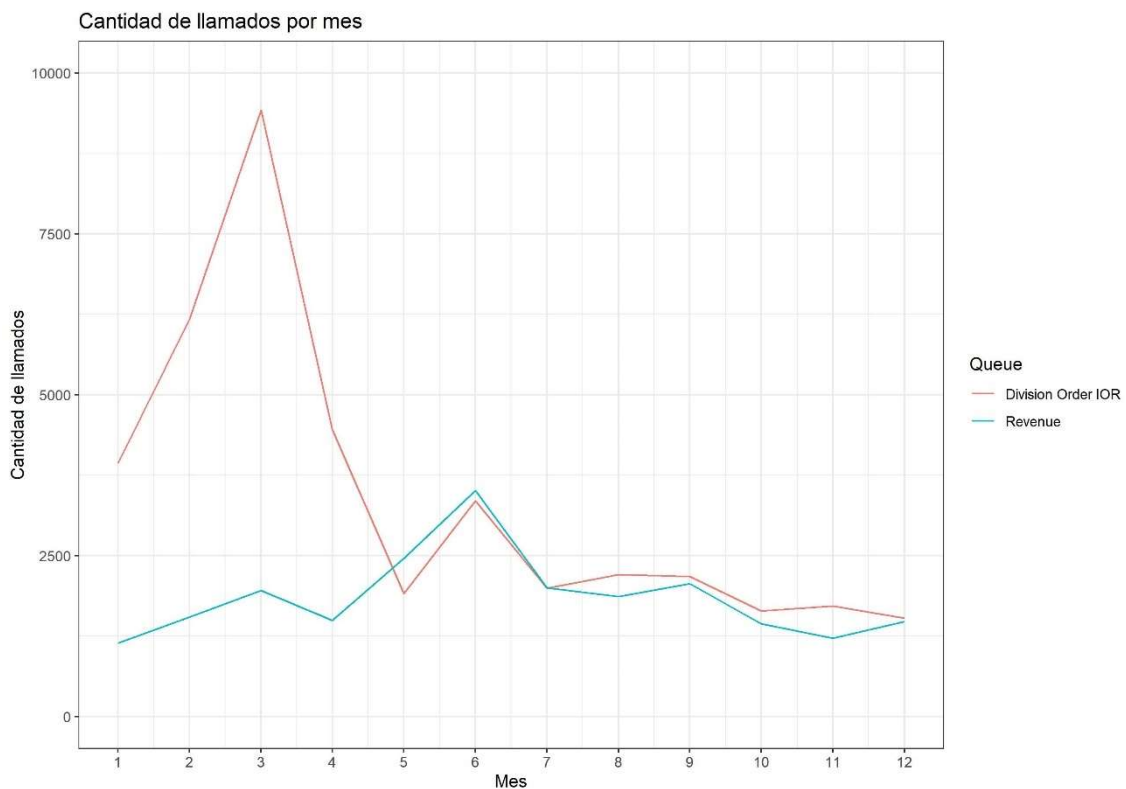
En el año 2021, el equipo recibió un total de 62.683 llamados telefónicos. Como puede observarse en la **Figura 1**, la cantidad de llamados recibidos varía de mes a mes. Durante la primera mitad del año la suma de consultas suele ser considerablemente mayor,



encontrando el primer pico de llamados en el mes de marzo y luego un nuevo aumento de la demanda durante el mes de junio. El primero de los casos se debe a que en el mes de marzo se realiza la distribución de dividendos. El aumento de demanda que se genera en el mes de junio es derivado por encontrarse en el período de impuestos anual.

La influencia de una alta demanda en los primeros meses del año afecta de manera dispar a los dos equipos. Como se observa en la **Figura 2**, durante este período, el equipo de Division Order experimenta un aumento significativo en el número de consultas recibidas. Sin embargo, a partir del mes de mayo, las demandas de ambas líneas de negocio muestran un comportamiento más similar.

**Figura 2** - Cantidad de llamados por mes y línea



A pesar de contar con 16 agentes para contestar los llamados, el equipo de IOR no tuvo la capacidad suficiente como para poder atender todos los llamados recibidos. Con un promedio mensual de 1.353 llamadas atendidas, el equipo no contestó casi  $\frac{3}{4}$  de las llamadas al recibirlas. Se destaca que la tasa de llamados no atendidos del equipo de Revenue asciende a un 51%, mientras que en el caso del equipo de Division Order, esta misma métrica asciende a casi 83%.

### **1.3. Problema**

Ante la situación planteada en el apartado anterior, y como fue adelantado en la sección 1.1 Motivación, el problema al que se enfrenta la gerencia es poder determinar cuál es la cantidad óptima de agentes requerida para poder brindar un nivel de servicio adecuado, disminuyendo la cantidad de llamados que no son atendidos, así mejorando el nivel de satisfacción de los clientes.

El objetivo de la gerencia de mejorar el nivel de servicio prestado se ve afectado por restricciones provenientes de la estrategia que deriva del área de recursos humanos. La política que tiene la organización respecto de la contratación de empleados tiene una visión a largo plazo, buscando recursos que estén dispuestos a trabajar en la empresa por varios años, sino toda su carrera profesional. En vistas a esta estrategia, no se admiten contrataciones que no cumplan con ella, impidiendo entonces la búsqueda de recursos por temporada.

Teniendo en cuenta esta restricción en cuanto a los recursos humanos, a pesar de que la demanda no sea uniforme a lo largo del año, la decisión que debe tomar la gerencia de determinar la cantidad de agentes no puede variar a lo largo del año. Por lo tanto, se tendrá la misma cantidad de servidores operativos tanto en el mes de mayor demanda como en el mes que la curva se reduzca considerablemente.

### **1.4. Objetivo**

El objetivo de esta tesis será brindar herramientas a la gerencia para poder mejorar la toma de decisiones en relación con el personal.

Respecto de las decisiones sobre el personal, el trabajo se enfocará en dos puntos. Por un lado, la cantidad de agentes necesarios para cumplir con el servicio. Por el otro, debido a que en el equipo existen dos líneas de negocio, el efecto de tener agentes capacitados en ambas para contar con flexibilidad ante cambios en la demanda.

A su vez, para poder respetar la restricción adelantada en el apartado anterior sobre la contratación de recursos, se realizará una segmentación de la demanda en tres ventanas de tiempo y se propondrá una estrategia en donde el tiempo en el que los agentes se encuentren atendiendo el teléfono variará para poder afrontar la demanda entrante de llamados.

En primer lugar, se obtendrán las métricas necesarias para calcular tanto la demanda de llamados como el procesamiento de los distintos servidores. Con ello se realizará un análisis teórico de tiempos y longitudes de las colas del servicio.

Se realizará a su vez un estudio de cuantos agentes se requerirían para poder acaparar distintos niveles de demanda. Se analizará cual sería el rendimiento que se obtendría en dichos niveles variando la cantidad de agentes disponibles.

Hoy en día, las métricas que se utilizan en el equipo para medir el nivel de servicio son dos: la cantidad de llamados no atendidos y la cantidad de tickets no resueltos en el plazo de 60 días. Como había sido mencionado previamente, la tasa de llamados no atendidos del equipo de Revenue asciende a un 51%, mientras que en el caso del equipo de Division Order, esta misma métrica asciende a casi 83%. Estos valores elevados destacan la necesidad para la gerencia de reconsiderar estrategias para su mejora.

Este tipo de métricas implica que la gerencia de la organización obtiene información que sólo le permite tomar medidas correctivas para poder mejorar el servicio que ofrecen. En el análisis se agregará una tercera métrica que no solo tendrá como objetivo visibilizar el performance del equipo y la satisfacción del cliente, sino que también otorgará a las líderes herramientas para poder implementar medidas preventivas: el tiempo de espera de los clientes. De modo tentativo, se pueden plantear diferentes umbrales y analizar cuántos agentes serían necesarios para poder lograr los objetivos.

Por último, se realizará el análisis del impacto que tendría contar con agentes capacitados en ambas líneas de negocio. Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de herramientas de modelos de colas serán compartidos con la gerencia.

## 2. Datos

Los datos por utilizar provienen del programa “Amazon Connect”<sup>1</sup>, utilizado por el equipo para recibir y procesar los llamados. Este programa, incluido dentro de los servicios ofrecidos por Amazon Web Services (AWS), es un módulo específico para centros de contacto en la nube que permite a las empresas gestionar sus servicios de atención al cliente de manera eficiente.

La base de datos obtenida contiene todos los llamados recibidos durante el transcurso de 2021, con un promedio de 6.500 observaciones mensuales.

En la **Tabla 2**, se detallan las variables que pueden ser obtenidas del sistema utilizado para atender a los clientes. El dataset contiene tanto el momento en que se realizó cada llamado, al igual que el tiempo de procesamiento.

*Tabla 2 - Dataset 1*

Variable	Tipo de dato	Notas
Id	Texto	Identificador único
Inicio de llamada	Fecha y hora	Momento en que el cliente se conecta
Cola	Texto	Es el equipo que atiende el llamado
Agente	Texto	Identificador del agente que atiende. Vacío si el llamado no es atendido.
Teléfono del cliente	Texto	
Fin de llamada	Fecha y hora	Momento en que el cliente se desconecta
Duración del contacto	Hora	Diferencia entre inicio de llamada y fin de llamada.

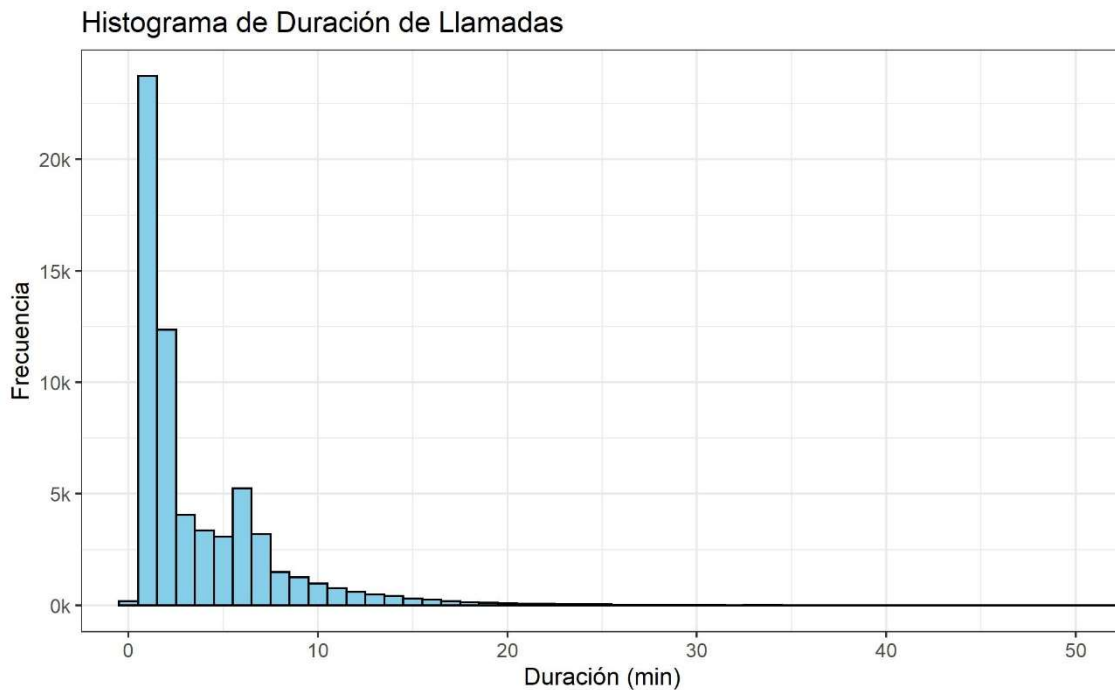
En la **Figura 3** se crea un histograma con la duración de los contactos para analizar mejor como están distribuidas las llamadas. A partir de observar los valores de las duraciones que tienen los contactos, se puede detectar que la gran mayoría de los contactos están acumulados a la izquierda del gráfico.

---

<sup>1</sup> Página web de Amazon Connect: <https://aws.amazon.com/es/pm/connect/>

La distribución observada denota que los llamados que tienen una duración superior a 20 minutos aparecen solo en casos aislados. Estos casos representan menos de un 1% de la totalidad de los llamados recibidos a lo largo del año.

*Figura 3 - Histograma de duración de llamadas*



Con el objetivo de poder realizar un análisis donde el enfoque se encuentre en aquellos casos de mayor aparición, se procede a eliminar 625 observaciones sobre las 62.681 llamadas totales. Al retirar este 1% de las observaciones, se evita considerar en el análisis aquellas llamadas que tienen una duración superior a 20 minutos, eliminando así los outliers.

Además, se incorpora un nuevo conjunto de datos con el propósito de enriquecer y complementar la información proporcionada por el dataset anterior. La necesidad de esta adición se fundamenta en la observación de que el conjunto de datos original no diferencia de manera precisa entre el momento en que un cliente inicia el contacto y el instante efectivo en que un agente responde a la llamada.

Vale destacar que este nuevo set de datos se posiciona como la mejor alternativa que el equipo pudo conseguir. En este sentido, el set de datos que se detalla en la **Tabla 3** no

proporciona el tiempo exacto de atención, pero sí ofrece información relevante al detallar las cantidades de llamadas atendidas en distintos intervalos de tiempo.

La inclusión de este complemento de datos resulta fundamental para mejorar la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos en el análisis de datos. Al considerar las cantidades de llamadas atendidas en diversos intervalos, se proporciona una visión más completa de los patrones de contacto, contribuyendo a poder estimar y segregar el tiempo de espera del tiempo de servicio.

**Tabla 3 - Dataset 2**

Variable	Tipo de dato	Notas
Fecha	Fecha	Día, mes y año
Equipo	Texto	Es el equipo que atiende el llamado
Agente	Texto	Identificador del agente que atiende.
Intervalo	Texto	Intervalo de tiempo contemplado
Cantidad de llamados	Número	Cantidad de llamadas atendidas dentro del intervalo

Adicionalmente, es importante señalar que los intervalos de tiempo proporcionados en este nuevo conjunto de datos no son uniformes, presentando variaciones de duración que se incrementan progresivamente. Estos intervalos abarcan desde 0 hasta 5 minutos, distribuidos en segmentos de 5, 15, 30 y 60 segundos. No obstante, para facilitar el análisis, se asume una distribución uniforme de los llamados dentro de cada intervalo.

### 3. Metodología

A fin de realizar el análisis de los procesos llevados adelante por el equipo bajo estudio se aplican los conceptos explicados por Elliot Weiss (2014) en el trabajo *Operations Management Reading: Managing Queues*.

Para poder llevar a cabo el estudio aplicando la metodología expuesta por Weiss, se aplicarán los supuestos detallados en su trabajo:

1. Primero entrado, primero atendido: el sistema utilizado por el equipo automáticamente ordena a los clientes por orden de llegada y no realiza ninguna segmentación para darle prioridad a ninguno de ellos.
2. Los servidores realizan tareas idénticas: al momento de realizar el análisis de cada canal por separado, se respetará este supuesto sin necesidad de asumirlo, ya que todos los integrantes de la línea realizan la misma tarea.  
Al momento de analizar los dos equipos en su conjunto, se aplicará el supuesto de que todos los servidores realizan una tarea homogénea.
3. Comportamiento adecuado de la cola de clientes: en otras palabras, la tasa de arribos coincide con la tasa de demanda. Esto implica que existen las siguientes instancias:
  - a. Los clientes que arriban se unen a la cola: La única manera de unirse a la cola es de manera telefónica y los clientes no tienen las herramientas de saber su posición ni el tiempo de espera estimado<sup>2</sup>. Por lo tanto, siempre se unirán a la cola, cumpliendo este supuesto.
  - b. No se consideran abandonos por parte de los clientes: en este caso los clientes si pueden decidir cortar el teléfono en caso de que el tiempo de espera sea mayor al que ellos contemplaban. Además, el sistema está configurado para finalizar el contacto una vez superado el umbral de cinco minutos de espera sin ser atendidos. Por lo tanto, el supuesto no se cumple de manera natural y es por esto por lo que deberá ser asumido para poder aplicar la metodología.

---

<sup>2</sup> Como explican Bitran G., Ferrer J. C. y Rocha e Oliveira P. (2007), conocer la posición en la cola o el tiempo estimado de espera tendría un efecto positivo a la hora de manejar la experiencia del cliente.

- c. Los arribos ocurren de manera independiente, aún si se tratasen de retornos del mismo cliente: en principio, si un cliente es atendido su necesidad debería ser satisfecha en el mismo llamado. Sin embargo, nada impide que vuelva a contactarse para obtener nuevamente el servicio luego de finalizada su llamada. Por lo tanto, este supuesto también deberá ser asumido a fin de aplicar la metodología seleccionada.

Aplicando estos supuestos, de los datos del sistema se podrá extraer la información requerida para realizar el análisis de filas propuesto previamente en el apartado 1.4 Objetivo.

En primer lugar, a partir de los datos de duración del contacto se calculará el tiempo de servicio ( $T_s$ ), que consiste en ser el tiempo promedio en que los servidores procesan los llamados atendidos. Con este dato se obtendrá la tasa de servicio (S) por servidor (fórmula 1), y con este último dato se podrá determinar la capacidad por servidor por unidad de tiempo. La capacidad del equipo (fórmula 2) estará determinada por la capacidad promedio de los servidores, por la cantidad de servidores activos (m).

$$S = 1/T_s \quad (1)$$

$$\text{Capacidad del sistema} = m \cdot S \quad (2)$$

Como ya había sido adelantado en la sección 2. *Datos*, para poder calcular el tiempo de servicio será necesario complementar la información proveniente del Dataset 1, en donde podemos encontrar el tiempo total en sistema, con el Dataset 2, que proporciona información sobre el tiempo de espera.

Para poder computar la esperanza del tiempo de servicio (fórmula 3) y su respectiva varianza (fórmula 5) a partir de estos datos, agregamos las siguientes fórmulas:

$$E[T_s] = \int_{n=0}^{\infty} (1 - P(T_s \leq a)) \, da \quad (3)$$



Donde:

$$P(T_s \leq a) = \int_{n=0}^{\infty} P(W_s \leq a + y) f_{W_q}(y) dy \quad (4)$$

$$Var[T_s] = E [ T_s^2 ] - E [ T_s ]^2 \quad (5)$$

Donde:

$$E [ T_s^2 ] = \int_{n=0}^{\infty} x^2 f_{T_s}(x) dx \quad (6)$$

Y

$$f_{T_s}(x) \approx P(T_s \leq x + \varepsilon) - P (T_s \leq x - \varepsilon) \quad (7)$$

De aquí se desprende que, para poder obtener la esperanza del tiempo de servicio  $T_s$ , se precisaran los datos del dataset 1 respecto del tiempo total en sistema  $W_s$  y los datos del dataset 2 permiten obtener la frecuencia del tiempo de espera  $f_{W_q}$ .

En segundo lugar, el dato de fecha y hora de inicio de la llamada proveniente del Dataset 1 será utilizado para calcular el tiempo entre arribos de los llamados. Obtenido este dato, se puede obtener la tasa de arribos (A) por unidad de tiempo y con ello calcular la demanda promedio ( $\lambda$ ) de llamadas recibidas en ese período de tiempo definido.

$$\lambda = 1/A \quad (8)$$

La información obtenida permite calcular el factor de utilización ( $p$ ) que mide el porcentaje de tiempo en que los servidores se encuentran ocupados atendiendo clientes.

$$p = Min\left\{ \frac{\lambda}{mS}, 1 \right\} \quad (9)$$

Por último, se calculará de manera teórica el tiempo estimado en la cola ( $W_q$ ) a distintos niveles de cantidad de servidores. Para poder estimar este número, se aplicará la fórmula de aproximación desarrollada por Sakasegawa (1977).

$$W_q = \left( \frac{1}{mS} \right) \cdot \left( \frac{p^{\sqrt{2(s+1)}-1}}{1-p} \right) \cdot \left( \frac{cv_a^2 + cv_{serv}^2}{2} \right) \quad (10)$$

La fórmula general para aproximar el tiempo de espera en cola incluye un factor de variabilidad en ella a partir de los coeficientes de variación de tiempos entre arribos ( $CV_a$ ) y de los tiempos de procesamiento del servicio ( $CV_{serv}$ ).

## 4. Resultados

En este apartado se llevará a cabo el análisis planteado en los puntos anteriores de ambas líneas de negocio, Revenue y Division Order. En una primera fase, se abordará el estudio de manera individual para cada equipo, analizando de forma aislada tanto el equipo de Revenue como el de Division Order. Posteriormente, se procederá a realizar un análisis integral que abarque el equipo completo de Interest Owner Relationships.

Este enfoque secuencial permitirá una comprensión detallada de cada equipo por separado antes de explorar las interrelaciones y sinergias que puedan surgir al considerar la totalidad del equipo.

Cada subapartado contará primero con el estado de situación del equipo, proporcionando una visión general de la situación. A continuación, se aplicará la metodología mencionada en el apartado anterior. Este enfoque metodológico permitirá determinar la cantidad óptima de agentes necesarios para garantizar la eficiencia en la prestación del servicio por parte del equipo.

### 4.1 Equipo de Revenue

En primer lugar, se realizará el estudio del equipo que da soporte a los llamados que se especializan en consultas sobre resultados económicos del negocio y pagos de dividendos y regalías: Revenue.

A lo largo del período analizado, el equipo conformado por 8 integrantes a tiempo completo y uno a tiempo parcial recibió un total de 21.679 llamados telefónicos. Esta cantidad de contactos recibidos conlleva a que la media mensual se encuentre en 1.807.

Más allá de tener una demanda de llamados telefónicos más estable a lo largo del año que el equipo de Division Order, como había sido adelantado en la sección 1.2 Contexto, el equipo de Revenue también cuenta con períodos donde la demanda supera ampliamente el promedio mensual. Remitiéndonos nuevamente a la **Figura 2** para observar el movimiento de la demanda, el equipo recibe entre 1.000 y 2.000 llamados mensuales a lo largo del año con excepción de los meses de mayo y junio. En este pico, o temporada alta, el equipo tuvo que afrontar un caudal de contactos de casi el doble

de la media mensual. En junio, el mes con mayor demanda, los llamados ascendieron a casi 3.500.

Para poder realizar el análisis integral del equipo debemos tomar los datos que se obtienen a partir del sistema Amazon Connect para calcular y entender tanto la oferta del servicio que provee el equipo como también a que demanda se enfrentan. Para realizar este análisis se aplicará la metodología detallada en la sección 3 de este trabajo.

Por un lado, analizaremos la oferta del servicio del equipo de Revenue. Como fue expuesto en el apartado anterior, el primer paso consiste en calcular cuánto tiempo se encuentra un cliente siendo procesado por cada agente. Esta evaluación nos proporcionará una caracterización de los tiempos de servicio ofrecidos por el equipo.

Desde interacciones breves que pueden durar tan solo 30 segundos hasta llamados extensos que alcanzan los 20 minutos, la duración de los contactos atendidos por el equipo de Revenue en el año 2021 abarca un amplio rango. Al calcular el promedio de la duración total de todas las llamadas, se obtiene que el tiempo total en sistema de los clientes es de 7,59 minutos por llamado con un desvío estándar de 3,77.

Continuando con el análisis, el siguiente paso implica desagregar el tiempo de espera del tiempo total calculado en el párrafo anterior para así obtener la duración en que cada agente procesa los llamados, también llamado tiempo de servicio. El tiempo de procesamiento nos permitirá aplicar la *fórmula (1)* y obtener así la capacidad de los servidores.

En vistas a obtener estos valores, es importante destacar algunas consideraciones esenciales para el análisis:

Teniendo en cuenta que el estudio contemplará distintos segmentos de demanda, es importante mencionar que los tiempos totales dentro del sistema muestran diferencias estadísticamente significativas entre las temporadas, y, de la misma manera, se observa que los tiempos de espera también presentan diferencias estadísticamente significativas entre cada una de las temporadas. Esta variabilidad en los tiempos plantea la necesidad de abordar este aspecto posteriormente, en el momento que se analice cada segmento de la demanda.

Otra consideración importante es que los agentes no pueden estar inmediatamente disponibles para atender otro llamado apenas terminan el contacto con un cliente. Una vez concluida la llamada, cada empleado debe llevar a cabo una serie de pasos administrativos para documentar de manera adecuada la información pertinente al caso en cuestión. Este proceso, que abarca desde registrar el nombre del contacto hasta detallar la razón de la llamada y los pasos a seguir, implica un tiempo adicional de aproximadamente 5 minutos para el agente, según los cálculos realizados por el equipo. Por lo tanto, a modo de ejemplo si adicionamos este tiempo a la media general, la media del tiempo total en el sistema ascendería de 7,59 a 12,59 minutos.

Una vez que el agente finaliza este proceso administrativo, vuelve a estar disponible para atender nuevos llamados. Por ello, se puede asumir que los agentes atienden consecutivamente los llamados durante su tiempo frente al teléfono.

Ahora que tenemos el cálculo del tiempo total en sistema, pausaremos el análisis de la oferta del equipo de Revenue y avanzaremos hacia el análisis de la demanda. Retomaremos el análisis de la oferta posteriormente en los apartados referentes a cada segmento de la demanda.

En vistas de la variabilidad que tiene la demanda, y ajustándose a las restricciones de personal planteadas anteriormente, se procederá a realizar la segmentación de la demanda en base a la cantidad de llamados recibidos por mes. De esta manera, se podrá aplicar la estrategia de aumentar o disminuir las horas en las que cada agente está frente al teléfono atendiendo llamados. Al estimar la demanda de llamados que tendrán por mes y aplicar esta herramienta le permitirá a la gerencia tomar medidas activas o preventivas, adelantándose a los cambios en la demanda en vez de tomar una posición pasiva.

Como había sido adelantado en el apartado 1.4 Objetivo, la segmentación de los llamados será realizada en tres ventanas de tiempo: demanda baja, media y alta. Debajo, en la **Tabla 4**, se detalla como estará distribuida esta segmentación. En aquellos meses en donde la demanda sea menor a 1.500 llamados mensuales, se considerará un segmento bajo. Desde esta cantidad hasta los 2.100 contactos, la demanda será media.

Por último, el segmento alto del año se encontrará en aquellos meses donde la cantidad de llamados entrantes sea superior.

**Tabla 4 - Segmentación demanda - Equipo Revenue**

Mes	Llamadas entrantes	Segmento
Enero	1.102	Bajo
Febrero	1.493	Bajo
Marzo	1.896	Medio
Abril	1.452	Bajo
Mayo	2.421	Alto
Junio	3.463	Alto
Julio	1.960	Medio
Agosto	1.813	Medio
Septiembre	2.017	Medio
Octubre	1.416	Bajo
Noviembre	1.194	Bajo
Diciembre	1.452	Bajo

#### 4.1.1 Demanda baja

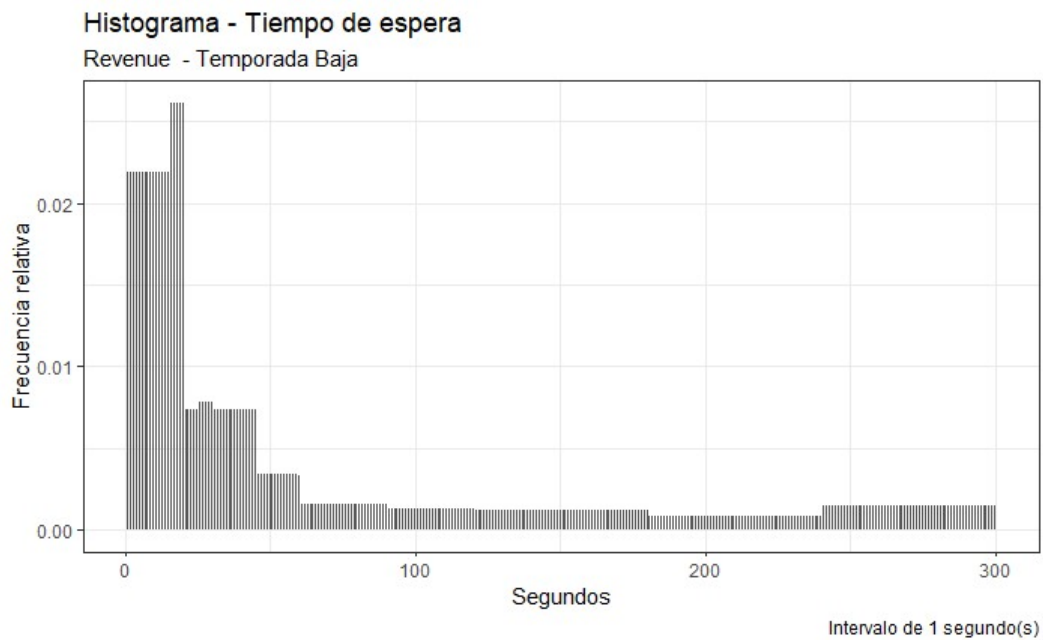
Siguiendo los pasos expuestos en la sección de metodología, primero calculamos el tiempo entre arribos, la media y desvío estándar correspondientes para el segmento de demanda baja del año. El resultado nos da una tasa de arribo de un llamado cada 6,6 minutos con un desvío de 8,03.

A partir de esta tasa de arribos, podemos aplicar la *fórmula (8)* para obtener lambda y así conocer cuál es la demanda que enfrenta el equipo. El resultado al que se arriba al aplicar la fórmula es 9,09 llamados por hora. Teniendo en cuenta que la ventana en que entran llamados dura 9 horas, esto se traduce a que el equipo recibe un promedio de 82 llamados por día durante el período del año en donde el segmento de la demanda es considerado bajo.

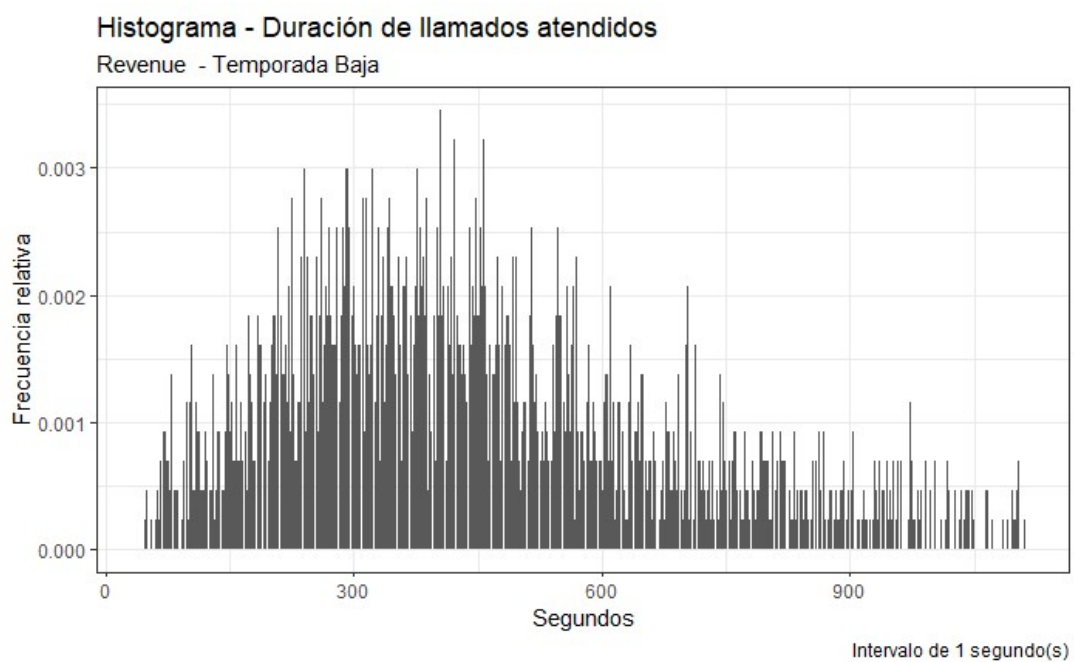
El próximo paso consiste en centrarnos en la oferta y obtener el tiempo de servicio.

En los gráficos que se agregan a continuación, obtenemos un poco de información visual de cómo están distribuidos los llamados en cuanto a los tiempos de espera (**Figura 4**) y la duración de los llamados atendidos (**Figura 5**). Además, en las **Figura 6** incorporamos un control de las frecuencias acumuladas para corroborar la correcta aplicación de los cálculos. Por último, en la **Figura 7** graficamos la distribución obtenida de los tiempos de servicio.

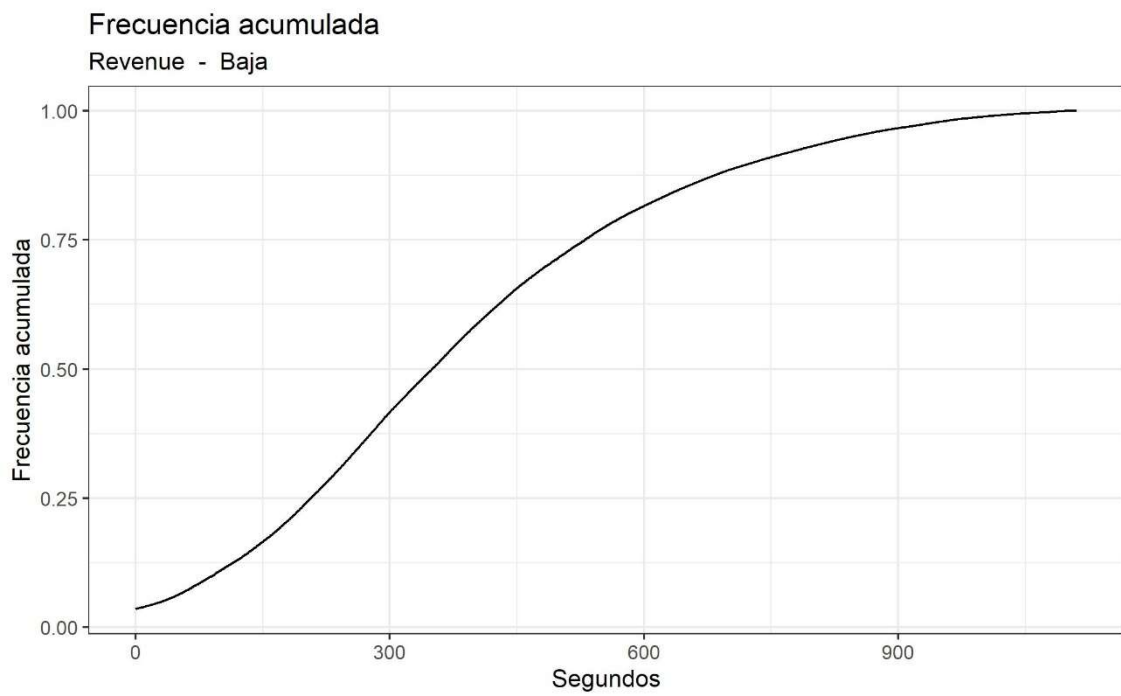
**Figura 4** - *Histograma de tiempos de espera*



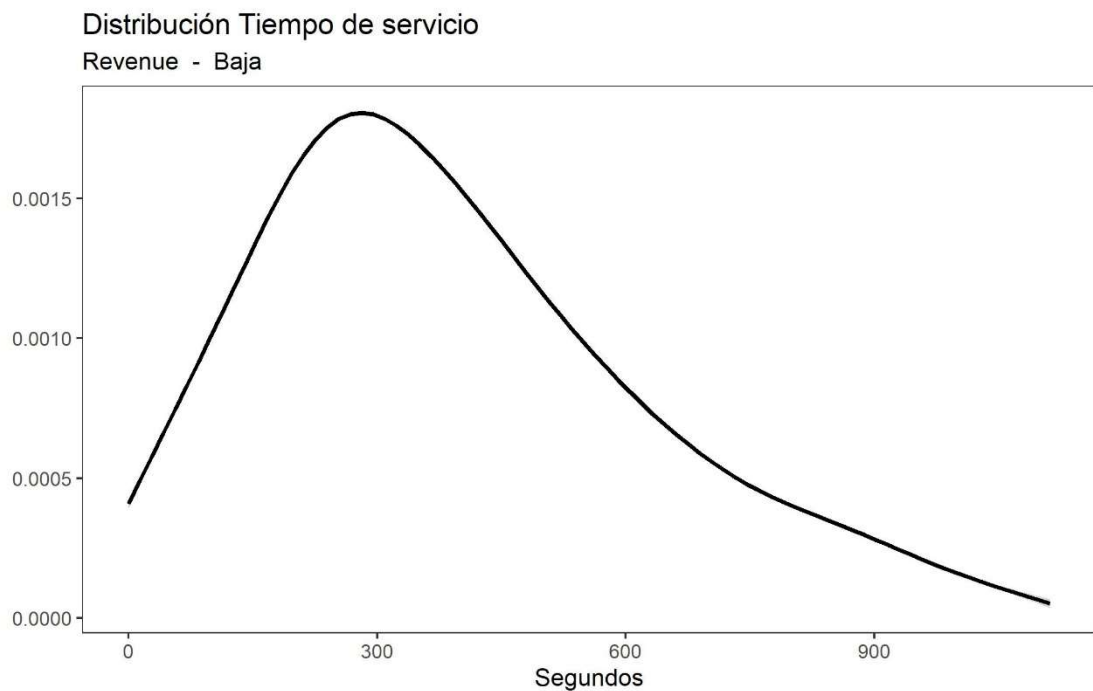
**Figura 5** - *Duración llamados Revenue*



**Figura 6 - Frecuencia acumulada del tiempo de servicio**



**Figura 7 - Distribución tiempos de servicio**



Basándonos en las distribuciones obtenidas y aplicando las fórmulas 4 a 7, logramos segregar el tiempo de espera del tiempo total en el sistema para así obtener el tiempo de servicio. Para este segmento, el tiempo total en sistema resulta ser 12,54 minutos, la



espera media son 69 segundos y el tiempo de servicio 11,39 minutos, con un desvío estándar de 4.

Con el objetivo de corroborar los resultados obtenidos, y asegurar un análisis más robusto, se ha optado por implementar la técnica de Bootstrapping como alternativa al método utilizado para comparar los resultados de tiempo de servicio obtenidos. El Bootstrapping, propuesto por Bradley Efron (1979), consiste en generar múltiples muestras de igual tamaño a la muestra original, utilizando re-muestreos con reemplazo. Este proceso es repetido varias veces, en este caso lo repetimos 1000 veces utilizando R.

El código aplicado en R nos permite procesar todos los datos, generando los re-muestreos con reemplazo y calculando la media del tiempo de servicio para cada muestra. A partir de los valores obtenidos en cada muestra, se obtiene una distribución empírica que se utiliza para estimar la media y construir intervalos de confianza. Los resultados pueden ser observados debajo en la **Figura 8**.

Al analizar los resultados obtenidos mediante la aplicación del método de Bootstrapping, se ha determinado que los valores alcanzados de tiempo de servicio no presentan diferencias estadísticamente significativas en comparación con los resultados previamente obtenidos. Como puede observarse en los resultados obtenidos, el tiempo de servicio alcanzado de manera analítica (11,39 minutos) se encuentra dentro de los intervalos de confianza obtenidos a partir de la utilización del método de Bootstrap (10,72 – 12,03).

Figura 8 - Resultados Bootstrap

```
ORDINARY NONPARAMETRIC BOOTSTRAP

Call:
boot(data = df_llamados_filtrado, statistic = estadisticas_boot,
      R = 1000)

Bootstrap Statistics :
  original    bias  std. error
t1* 11.39171 0.01611223  0.3348435

BOOTSTRAP CONFIDENCE INTERVAL CALCULATIONS
Based on 1000 bootstrap replicates

CALL :
boot.ci(boot.out = resultados_boot, type = c("norm", "basic",
      "perc", "bca"))

Intervals :
Level   Normal          Basic
95%    (10.72, 12.03 )  (10.76, 12.05 )

Level   Percentile      BCa
95%    (10.74, 12.02 )  (10.69, 12.00 )
Calculations and Intervals on original scale
```

Se incluye al final del trabajo, en el Apéndice I, una tabla comparando los resultados de la aplicación de este método con el resultado obtenido de manera analítica. Los resultados obtenidos de manera analítica se encontraron consistentemente dentro de los intervalos de confianza obtenidos mediante la aplicación de Bootstrap. Esto se verificó exhaustivamente para cada línea de negocios en todos los segmentos analizados. Esto refuerza la validez del método analítico empleado, sugiriendo que este enfoque proporciona una representación confiable y precisa de los datos. En consecuencia, en adelante se utilizará directamente la técnica empleada anteriormente para la evaluación del tiempo de servicio y espera de cada segmento.

A continuación, calculamos la capacidad por hora de cada servidor aplicando la *fórmula (1)*, obteniendo que cada servidor tiene una capacidad de procesar 5,27 llamados por hora. En consecuencia, la oferta del equipo estará determinada por multiplicar 5,27 llamados por hora por la cantidad de agentes que esté disponible para procesar los llamados entrantes.

Con el objetivo de ordenar y disponer de manera clara toda la información obtenida hasta el momento, se incorpora en la **Tabla 5** debajo un resumen de todas las variables que fueron calculadas.

**Tabla 5 - Resumen Revenue Baja**

<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Desvío</b>
Tasa de arribo	6.6 minutos	8.03
Lambda	82 llamados por día	
Tiempo de espera	69 segundos	
Tiempo de servicio	11.39 minutos	4.00
Capacidad por servidor	5.27 llamados/hora	

Una vez que hemos determinado la capacidad de procesamiento de un agente, podemos calcular cual es la capacidad que tiene el equipo entero. Como se anticipó en la sección *1.2 Contexto*, el grupo que maneja las llamadas telefónicas consta de 8 integrantes a tiempo completo y uno a tiempo parcial. No obstante, esta cantidad no se correlaciona directamente con la capacidad del equipo para atender llamados. Esto se debe a que, como también había sido expuesto en la misma sección, los empleados no destinan el 100% de su tiempo a contestar el teléfono. En este caso, los agentes solo dedicaron dos horas de su jornada laboral a la tarea de contestar llamados. Teniendo en cuenta esto, se podría traducir que la capacidad por día de cada agente en este período fue de 10,53 llamados (5.27 llamados/hora x 2 horas diarias). Finalmente, multiplicando esta capacidad por día por la cantidad de agentes disponibles, se obtiene que la capacidad del sistema es de 89 llamados por día.

Ahora que hemos podido calcular tanto la oferta que provee el equipo, así como también la demanda que recibe el mismo, podemos analizar ambas en su conjunto para entender mejor el comportamiento del servicio.

Contemplando los datos calculados, observamos que el flujo promedio de ingresos de llamados es de 82 contactos por día, mientras que el equipo es capaz de procesar hasta 89 clientes por día. Si bien la capacidad del equipo supera a la demanda, el factor de utilización del grupo se encuentra en 0,91. Esta situación revela que, incluso en el período de menor demanda, el sistema se encuentra en zona crítica<sup>3</sup>.

Para poder mejorar esta situación desde el lado de la oferta, la gerencia debe nivelar el factor de utilización aplicando medidas que resulten en un incremento de la capacidad

---

<sup>3</sup> La zona crítica corresponde a un factor de utilización de 80% a 100%.

de procesamiento, por ejemplo, aumentando la cantidad de servidores disponibles para poder atender las llamadas entrantes.

En la **Tabla 6** debajo se muestran distintos niveles de capacidad y su respectivo factor de utilización para distintas cantidades de servidores disponibles para atender los llamados del equipo de Revenue. Para desarrollar esta tabla, se tuvo en cuenta que el equipo actualmente contempla que cada agente puede estar frente al teléfono atendiendo llamados solamente dos horas por día.

Como puede observarse en esta tabla de capacidad por servidor, el factor de utilización (p) se encuentra en 0,91 en la situación actual de 8,5 servidores. Esto es debido a que, como fue expuesto previamente, la capacidad de resolver las llamadas que tiene el equipo se encuentra al límite de la demanda estimada de 82 llamados entrantes por día.

Teniendo en cuenta la restricción de dos horas utilizadas por cada agente para contestar llamados, la gerencia debería tomar la decisión de incrementar la cantidad de servidores para poder manejar el volumen de llamados entrantes que se reciben. Con el objetivo de tener un sistema que no se encuentre en zona crítica, se recomienda que el factor de utilización no supere el 0.8, por lo que el grupo debería crecer hasta un mínimo de 10 integrantes para cumplir con este requisito.

El último paso del análisis del equipo consiste en agregar la métrica de cuál es el tiempo de espera de los clientes, para poder proveer a la gerencia con una herramienta que le permita tener una mejor visión de cómo es el rendimiento del equipo, así como también permitirle tomar medidas preventivas.

Aplicando la fórmula de aproximación desarrollada por Sakasegawa (1977) expuesta en el apartado 3 de metodología se puede calcular con los datos ya obtenidos cuál sería el tiempo estimado en cola para los clientes en cada nivel de servicio. En la **Tabla 6** se agrega el resultado de aplicar este cálculo.

**Tabla 6** - Capacidad por servidor y tiempo estimado – Revenue demanda baja

Servidores	Capacidad p/día	p	Wq min
7.5	79.00	1.000	infinity
8	84.27	0.971	17.74
8.5	89.54	0.914	4.60
9	94.81	0.863	2.22
9.5	100.07	0.817	1.28
10	105.34	0.777	0.80

El valor que adquiere  $W_q$  adquiere una importancia significativa en la evaluación de la eficiencia del modelo. El tener un tiempo promedio de espera de 4,6 minutos implica que existen valores superiores a este umbral, lo que sugiere que algunos tiempos de espera exceden los 5 minutos, momento en el cual el llamado sería interrumpido por el sistema. Este dato cobra aún más relevancia al correlacionarse con la alta tasa de llamados no atendidos, ya que refuerza la asociación entre los tiempos de espera prolongados y la incapacidad de satisfacer la demanda de manera oportuna. Esta correlación puede ser un indicador de la construcción de un modelo que se ajusta a las observaciones fácticas.

Resulta interesante contrastar los valores obtenidos de los tiempos de espera con los tiempos de duración de aquellas llamadas que no fueron atendidas. A partir del dataset 1, se puede calcular el tiempo promedio de aquellos llamados que ingresaron al sistema y no llegaron a ser atendidas, siendo este de 2.7 minutos (163 segundos), más del doble del tiempo promedio de aquellos llamados que sí fueron atendidos (69 segundos - **Tabla 5**).

Para entender mejor este promedio, es importante considerar que los llamados que exceden los 5 minutos son interrumpidos, como fue expuesto previamente. Esto implica que el valor obtenido sería mayor si no existiera esta interrupción. Durante este periodo, más del 20% de los llamados no atendidos fueron interrumpidos por el sistema, reforzando la importancia de trabajar en mejorar los tiempos de espera.

Si la gerencia quisiera buscar un nivel de servicios en donde se evitará que los llamados sean finalizados automáticamente por el sistema, debería buscar un tiempo de espera promedio que se aleje de los 5 minutos.

A partir de la información que se obtuvo, tanto de los tiempos de procesamiento de llamados como de tiempos promedio de espera, la gerencia debería decidir aumentar la cantidad de agentes del equipo si se mantiene la restricción de que cada individuo esté frente al teléfono solamente 2 horas por día.

Como puede verse debajo en la **Tabla 7**, si se tomara la decisión de incrementar el tiempo de trabajo dedicado a procesar llamados en 1 hora, los tiempos de espera de los clientes se encontraría debajo del minuto sin necesidad de modificar la estructura actual del equipo (8,5 servidores). Incluso, la necesidad de aumentar el equipo para poder obtener un nivel de utilización óptimo, 80% como fue dicho previamente, no sería necesaria. La gerencia obtendría un sistema estable y podría afrontar la demanda durante este segmento sin necesidad de afectar la estructura del equipo.

Es más, incluso un equipo con menos cantidad de servidores estaría a la altura de responder los llamados entrantes. La **Tabla 7** muestra como con un agente menos, el nivel de utilización se encuentra por debajo de 0,7.

**Tabla 7** - Comparación de tiempos de espera - Revenue demanda baja

Servidores	2 horas			3 horas		
	Capacidad p/día	p	Wq min	Capacidad p/día	p	Wq min
7.5	79.00	1	infinity	118.51	0.690	0.41
8	84.27	0.971	17.74	126.41	0.647	0.26
8.5	89.54	0.914	4.60	134.31	0.609	0.17
9	94.81	0.863	2.22	142.21	0.575	0.12
9.5	100.07	0.817	1.28	150.11	0.545	0.08

En conclusión, la opción para obtener un nivel de satisfacción esperado durante la temporada baja, y no incurrir en demasiados costos, sería incrementar en 1 hora el tiempo que los agentes incurren tomando llamados o contratar a un nuevo individuo para obtener un servidor más, en caso de preferir mantener el status-quo de los empleados del equipo durante este período de tiempo en donde los llamados entrantes no son tantos.

#### 4.1.2 Demanda media

El próximo paso consiste en aplicar la misma metodología de análisis contemplando ahora el segmento de demanda que se encuentra comprendido entre 1.500 y 2.100 llamados mensuales.

Aplicando los mismos pasos que en el estudio de la demanda baja, obtenemos los resultados que se observan en el resumen de la **Tabla 8**. Comparándolo con el segmento anterior, podemos notar que la tasa de arribos se reduce en más de un minuto por llamado entrante, correspondiéndose con el aumento de demanda mensual.

*Tabla 8 - Resumen Revenue demanda media*

Variable	Media	Desvío
Tasa de arribo	5.2 minutos	6.32
Lambda	103 llamados por día	
Tiempo de espera	77 segundos	
Tiempo de servicio	11.54 minutos	3.97
Capacidad por servidor	5.2 llamados/hora	

Aplicando la *fórmula (8)* al tiempo entre arribos obtenemos la cantidad de llamados por hora y, multiplicándolo por las horas hábiles del día, concluimos que la demanda diaria durante el período de demanda media resulta ser 103 llamados por día. Esto representa 20 llamados más por día que en el segmento anterior.

Tomando como punto de partida el aprendizaje desarrollado a partir del estudio del proceso durante el periodo de demanda baja, resulta evidente que intentar mantener un tiempo de trabajo de los servidores de dos horas diarias no tiene mucho sentido. En el apartado anterior se reconoció que el equipo se encontraba limitado en su capacidad al realizar el estudio con los servidores activos dos horas por día, por lo que intentar aplicarlo en un escenario en donde la demanda es aún mayor no tendrá otro resultado más allá del negativo. Remitiéndonos a la **Tabla 7**, la capacidad total del sistema cuando los servidores están activos por dos horas es de 89 llamados. Si la demanda promedio de este segmento es 103, el sistema estará siempre por debajo de ella y los tiempos promedios de la cola tenderán a infinito. En otras palabras, el equipo no será capaz de atender los llamados, resultando en clientes que no son atendidos debidamente.

Por lo tanto, procederemos con el análisis partiendo de la base que el equipo debe dedicar al menos tres horas diarias a la atención de llamadas telefónicas. Para resaltar esta necesidad, hemos incorporado en la **Tabla 9** una comparación entre las capacidades del sistema y los tiempos de espera, contrastando las cifras correspondientes a una asignación de 2 horas diarias frente a la recomendada de 3 horas.

**Tabla 9** - Capacidad por servidor - Revenue demanda media

Servidores	2 horas			3 horas		
	Capacidad p/día	$\rho$	Wq min	Capacidad p/día	$\rho$	Wq min
7.5	78.00	1	infinity	117.00	0.88	2.34
8	83.20	1	infinity	124.80	0.83	1.19
8.5	88.40	1	infinity	132.60	0.78	0.70
9	93.60	1	infinity	140.40	0.74	0.44
9.5	98.80	1	infinity	148.20	0.70	0.29
10	104.00	0.993	64.38	156.00	0.66	0.20
10.5	109.20	0.946	6.48	163.80	0.63	0.14
11	114.40	0.903	2.86	171.60	0.60	0.10
11.5	119.60	0.864	1.61	179.40	0.58	0.07
12	124.80	0.828	1.01	187.20	0.55	0.05

En la **Tabla 9** se puede observar que, similar a lo acontecido cuando se analizó el período de demanda bajo, en este segmento el equipo actual de 8,5 servidores no alcanza para cubrir la cantidad de llamados entrantes salvo si el tiempo utilizado por agente frente al teléfono se modificara y se posicionara en al menos 3 horas por día.

Al igual que en el apartado anterior, al analizar el tiempo de espera de las llamadas que no fueron atendidas, se puede apreciar nuevamente la importancia de utilizar la métrica del tiempo de espera. En este caso, el tiempo medio que los clientes no atendidos permanecieron en sistema asciende a 2,7 min (164 segundos). Este tiempo medio es significativamente superior al de las llamadas atendidas (77 segundos - **Tabla 8**). Además, según la información de la **Tabla 9**, si el equipo modificara el tiempo frente al teléfono a 3 horas, el tiempo de espera teórico sería considerablemente menor al recién calculado.

Se destaca aquí también que el 22% de los llamados no atendidos resultaron interrumpidos por el sistema, indicando que el promedio sería aún mayor si esto no sucediera.



Considerando los comentarios de los párrafos anteriores, y resaltando la información provista por la **Tabla 9**, se refuerza la necesidad de que la gerencia tome la decisión de aumentar la cantidad de horas trabajadas por el equipo. Si esta decisión no se llevara cabo, solamente teniendo en cuenta el factor de utilización, sería necesario contratar 3,5 personas adicionales al equipo actual para hacer frente a la demanda, suponiendo que se optara por que trabajen frente al teléfono durante 2 horas diarias. Este análisis resalta claramente la importancia de considerar una asignación de tiempo más adecuada para garantizar la eficacia y eficiencia del equipo en la atención de llamados.

#### 4.1.3 Demanda alta

Continuando el análisis de los distintos segmentos previstos, en el siguiente apartado se aplicará el mismo desarrollo a los períodos en donde la cantidad de llamados recibidos en el mes es superior a 2.100. Remitiéndonos a la **Tabla 4**, esto ocurre solamente en dos meses al año, en los meses de mayo y junio.

Al igual que en el estudio de la demanda baja y media, comenzamos por calcular las variables de la demanda y la oferta. Los resultados los exponemos debajo en la **Tabla 10**:

*Tabla 10 - Resumen Revenue demanda alta*

Variable	Media	Desvío
Tasa de arribo	3.4 minutos	4.35
Lambda	157 llamados por día	
Tiempo de espera	91 segundos	
Tiempo de servicio	11.02 minutos	3.89
Capacidad por servidor	5.45 llamados/hora	

Remitiéndonos a la información que provee la **Tabla 11** **Tabla 9** acerca de la capacidad que tiene el sistema por día se puede observar que, si se optara por limitar el tiempo al teléfono de los agentes a 3 horas diarias, la cantidad de agentes requeridos para poder afrontar la demanda en este segmento debería incrementarse notablemente. En cambio, si la gerencia determina que durante este período cada empleado deberá atender llamados por al menos 4 horas al día, la cantidad mínima necesaria para afrontar 157 llamados por día estaría cubierta por el equipo actual.

Para lograr obtener un factor de utilización menor o igual a 80% se precisa que la capacidad del sistema sea mayor. Por lo tanto, se deberá aumentar ya sea la cantidad de agentes, el tiempo que cada uno tiene frente al teléfono o una combinación de ambos.

Debajo, en la **Tabla 11**, se pueden observar la capacidad por día, el factor de utilización y el tiempo de espera promedio que se obtendría a distintos niveles de servidores, tanto si se aplica una estrategia de que los empleados atiendan el teléfono 3 como 4 horas por día.

Respecto al tiempo de espera de los llamados no atendidos, en este segmento se observa algo similar a lo ocurrido en los periodos de demanda baja y media, donde el tiempo de espera calculado del dataset 1 para estos llamados resulta en una media de 2.4 minutos (143 segundos), con una tasa de 17% de llamados que fueron interrumpidos por el sistema. Nuevamente nos encontramos en una situación que lograría mejorarse de aplicarse las recomendaciones de aumento de horas frente al teléfono, como puede apreciarse en los resultados de  $W_q$  en la **Tabla 11**, donde el equipo actual ya se posicionaría en un tiempo considerablemente menor al obtenido.

Con la información provista en esta tabla se deduce que, para poder afrontar la demanda en los meses en que los llamados superen los 2.100, será necesario aumentar considerablemente el tiempo que los agentes contestan llamados. En comparación con el estado actual de 2 horas por día, el tiempo se debería al menos duplicar, estando frente a los clientes al menos 4 horas diarias.

**Tabla 11** - Capacidad por servidor - Revenue demanda alta

Servidores	3 horas			4 horas		
	Capacidad p/hora	p	Wq min	Capacidad p/hora	p	Wq min
7.5	122.52	1	infinity	163.36	0.96	6.66
8	130.69	1	infinity	174.25	0.90	2.06
8.5	138.85	1	infinity	185.14	0.85	1.03
9	147.02	1	infinity	196.03	0.80	0.60
9.5	155.19	1	infinity	206.92	0.76	0.38
10	163.36	0.96	6.50	217.81	0.72	0.25
10.5	171.53	0.91	2.44	228.70	0.68	0.17

#### **4.1.4 Consideraciones**

A partir del análisis realizado se puede destacar que la composición actual del equipo de Revenue y la estrategia de atender llamados solamente 2 horas por día no son suficientes para afrontar la demanda. Incluso en el segmento en donde la cantidad de llamados es menor, la capacidad del sistema no logra acaparar a los clientes entrantes.

La gerencia debería tomar la decisión de aumentar la capacidad de procesamiento ya sea aumentando la cantidad de agentes, modificando la restricción de tiempo de los agentes frente al teléfono o una combinación de ambas.

Para poder cumplir con los objetivos propuestos de poder procesar los llamados manteniendo una utilización de 80% y logrando que los clientes no estén esperando más de 3 minutos a ser atendidos, el equipo podría conservar su estructura. Una composición de 8,5 empleados es la mínima requerida para poder cumplir con la demanda si y solo si se aplica una estrategia de segmentación y se aplican distintas restricciones de horarios frente al teléfono.

Si la gerencia decide optar por esto, el equipo de Revenue deberá procesar llamados durante 3 horas diarias en periodos donde la demanda es baja o media y al menos 4 horas cuando se comprenda de meses en donde la demanda es considerada alta.

Si el objetivo de la empresa es evitar que los empleados dediquen tanto tiempo atendiendo llamados, la única alternativa será incrementar la cantidad de integrantes del equipo.

#### **4.2 Equipo Division Order**

De la misma manera en que previamente se realizó el análisis del equipo encargado de responder consultas sobre resultados, pagos y dividendos, en este apartado el análisis estará enfocado el grupo que da soporte a preguntas con relación a la composición de intereses de los distintos activos y que brinda a su vez asistencia con la documentación de dichos activos.

En este apartado se realizará el análisis integral del equipo aplicando los conceptos desarrollados en la sección 3. Metodología. En primer lugar, se realizará un enfoque en la oferta actual de la línea de negocios para luego avocarnos a la demanda.

Como se adelantó en la sección 1.2 Contexto, durante el período en análisis el Division Order estuvo compuesto por 7 empleados: 6 de ellos dedicados a tiempo completo y el restante a tiempo parcial. Contando con esta estructura el equipo recibió 40.517 llamados entrantes a lo largo del año, con un promedio de 3.376 contactos telefónicos por mes.

De la misma manera que se avanzó con el análisis del equipo de Revenue, el primer paso a aplicar consiste en determinar la oferta o capacidad de procesamiento de la línea de negocios para entender con qué herramientas cuenta para afrontar los llamados entrantes. Para ello, buscamos la duración de todos los llamados que fueron atendidos por el equipo, calculamos el promedio y obtenemos que el cliente se encuentra en el sistema 7,11 minutos con un desvío estándar de 3,08.

En semejanza con el equipo de Revenue, es importante señalar que el equipo de Division Order presenta diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tiempos totales en sistema en los distintos segmentos de la demanda. Por lo tanto, será necesario abordar de manera específica los tiempos de espera y procesamiento de este equipo en cada apartado dedicado a los segmentos de la demanda.

Debido a que el análisis de la oferta continuará en cada apartado particular, podemos proceder al análisis de la demanda que afronta el equipo. Realizando una rápida comparación con la otra línea de negocios, se puede apreciar que este equipo recibe casi el doble de llamados. Además, el promedio de llamados mensuales se encuentra en valores que equivalen al pico de llamados recibidos por la línea Revenue en su mes de mayor caudal de llamados.

De manera similar a la demanda que afronta el equipo de Revenue, los llamados que ingresan en el sistema de Division Order no se comportan de la misma manera todos los meses. Tomando de referencia la **Figura 2**, la demanda tiene su mayor impronta durante los primeros meses del año, siendo considerablemente menor la cantidad de llamados entrantes durante el resto del año, salvo por el mes de junio donde vuelve a haber un

pico de demanda. Dada esta disparidad en los movimientos de la demanda se procederá replicando la propuesta llevada adelante en el apartado de Revenue, segmentando la demanda en tres grupos para poder tomar decisiones afines a cada segmento.

**Tabla 12** - Segmentación demanda - Equipo Division Order

Mes	Llamadas entrantes	Segmento
1	3.934	Medio
2	6.179	Alto
3	9.422	Alto
4	4.460	Alto
5	1.909	Bajo
6	3.353	Medio
7	1.993	Bajo
8	2.206	Bajo
9	2.177	Bajo
10	1.641	Bajo
11	1.717	Bajo
12	1.526	Bajo

En la **Tabla 12** se muestra la segmentación de los llamados que recibe el equipo de Division Order a lo largo del año. Para llevar a cabo el proceso de segmentación se propuso que aquellos meses en donde la cantidad total de llamados fuese menor al 5% del total anual serían considerados meses de demanda baja. Los meses que serían considerados el segmento de demanda media son aquellos en donde este porcentaje se encuentra entre 5 y 10 %. Por encima de este umbral el segmento designado es el alto.

#### 4.2.1 Demanda baja

Ya segmentada la demanda comenzamos por calcular las variables de la demanda y la oferta durante los meses correspondientes a la menor demanda de llamados entrantes. Los resultados los exponemos debajo en el resumen de la **Tabla 13**.

**Tabla 13** - Resumen DO demanda baja

Variable	Media	Desvío
Tasa de arribo	5.1 minutos	6.27
Lambda	106 llamados por día	
Tiempo de espera	96 segundos	
Tiempo de servicio	10.5 minutos	3.29
Capacidad por servidor	5.71 llamados/hora	

A partir de esta información se puede avanzar calculando la capacidad del sistema en su totalidad. Cada agente del equipo de Division Order destina 3 horas de su trabajo a la actividad de responder llamados, por lo tanto, cada uno puede procesar en promedio 17,13 clientes por día. Si a este número le aplicamos la *fórmula (2)* y lo multiplicamos por la cantidad de servidores que existen en el equipo, obtenemos la capacidad del sistema. Como fue adelantado en el apartado 1.2. Contexto, la línea de negocios de Division Order contaba durante el período analizado con 6,5 servidores, por ende, la capacidad del sistema es de 111,40 llamados procesados por día.

Al igual que sucedía con el equipo de Revenue, esta línea de negocios también se encuentra en una situación donde la oferta apenas supera a la demanda, incluso en los momentos donde la cantidad de clientes entrante es menor. A su vez, el tiempo de espera medio que presentan los llamados no atendidos tienen un comportamiento similar al observado en el otro equipo. En este caso, el promedio se encuentra en 156 segundos, siempre recordando que este promedio se ve afectado por la interrupción automática del sistema, que ronda el 18% de los llamados no atendidos.

Como puede observarse en la **Tabla 14**, con la estructura actual y la restricción de estar frente al teléfono 3 horas por día, el equipo podría afrontar la demanda de este segmento con un sistema estable y fuera de la zona crítica (utilización menor a 80%) recién si la gerencia tomara la decisión de incrementar la cantidad de individuos para contar con 8 en su totalidad. Con esta cantidad de individuos, no solo se contaría con un sistema estable y fuera de la zona crítica, sino que también se lograría el objetivo de conseguir que los clientes no superen el umbral de tiempo de espera que conllevaría a que se termine el llamado sin ser atendido.

Una alternativa que podrían tomar los líderes del equipo para evitar la necesidad de incrementar considerablemente el tamaño del grupo sería modificar la restricción de tiempo que los agentes emplean frente al teléfono. Como fue explicado anteriormente, actualmente los servidores de este equipo están activos durante 3 horas. Con tan solo incrementar en una hora el tiempo a disposición de los agentes frente al teléfono el equipo no precisaría aumentar su tamaño para afrontar la demanda. De por sí, la capacidad del sistema ya sería superior a la demanda dado que el equipo podría atender 148 llamados por día.

En la **Tabla 14** debajo puede apreciarse la comparación entre mantener al equipo atendiendo llamados por 3 horas o incrementar ese tiempo a 4 horas por día.

**Tabla 14** - Comparación de tiempos de espera - Equipo Division Order baja

Servidores	3 horas			4horas		
	Capacidad p/día	p	Wq min	Capacidad p/día	p	Wq min
6.5	111.40	0.953	7.97	148.53	0.714	0.43
7	119.96	0.884	2.42	159.95	0.663	0.26
7.5	128.53	0.826	1.19	171.38	0.619	0.17
8	137.10	0.774	0.68	182.80	0.580	0.11
8.5	145.67	0.728	0.42	194.23	0.546	0.07
9	154.24	0.688	0.27	205.65	0.516	0.05
9.5	162.81	0.652	0.18	217.08	0.489	0.03
10	171.38	0.619	0.13	228.50	0.464	0.02

Si se optara por esta decisión, la adición de personal al equipo no sería requerida ya que implicaría obtener un sistema estable y fuera de la zona crítica, en donde el factor de utilización no supere el umbral de 0,8. Además, el tiempo de espera promedio tampoco superaría los umbrales propuestos para obtener un nivel de satisfacción altos por parte de los clientes.

#### 4.2.2 Demanda media

En el siguiente apartado se procede a aplicar la misma metodología al segmento de demanda media, en donde la cantidad de llamados mensuales se encuentran entre los 3.000 y 4.000.

Al igual que en el estudio de la demanda baja, comenzamos por obtener los valores de todas las variables necesarias para realizar el análisis.

**Tabla 15** - Resumen DO demanda media

Variable	Media	Desvío
Tasa de arribo	2.4 minutos	3.13
Lambda	229 llamados por día	
Tiempo de espera	114 segundos	
Tiempo de servicio	10.16 minutos	3.35
Capacidad por servidor	5.91 llamados/hora	

A partir de esta información se puede avanzar calculando la capacidad del sistema en su totalidad. Dada la composición actual del equipo de Division Order de 6,5 servidores y sus restricciones de horarios de trabajo, la capacidad del sistema es de 114,79 llamados procesados por día.

En relación con el tiempo de espera de las llamadas no atendidas, durante los meses de temporada media se observa una particularidad respecto al resto del año. En este caso, según los datos del dataset 1, el tiempo de espera promedio es apenas mayor al tiempo de espera de los llamados atendidos, alcanzando los 120 segundos. Además, se nota una disminución de los llamados interrumpidos por el sistema, siendo un 10% en contraste con otros períodos donde este porcentaje se aproximaba o superaba el 20%. Salvando estas diferencias con el resto de los segmentos, estos datos siguen reforzando la necesidad de contar con la métrica del tiempo de espera para poder mejorar el servicio.

Teniendo en cuenta que el caudal de clientes durante los meses de demanda media y la capacidad del sistema, el factor de utilización resulta ser 1, como puede observarse debajo en la **Tabla 16**. En otras palabras, podemos notar que el sistema es inestable durante esta temporada. Por lo tanto, podemos determinar que será indispensable aumentar la cantidad de horas que los agentes disponen frente al teléfono. A su vez, la cantidad de individuos que componen el equipo deberá ser incrementada para poder cubrir la demanda en estos meses. Si la gerencia tomara la decisión de incrementar las horas que los servidores están activos atendiendo el teléfono hasta 4 horas, también debería tomar la decisión de aumentar la cantidad de empleados en el equipo a casi el doble. Recién con un equipo conformado por 10 servidores e incrementando las horas frente al teléfono a 5 por día, podría el grupo de Division Order afrontar la demanda que transcurre durante los meses segmentados en el nivel medio con un sistema estable y fuera de la zona crítica.



**Tabla 16 - Comparación tiempos de espera – Equipo Divison Order media**

Servidores	4 horas			5 horas		
	Capacidad p/día	p	Wq min	Capacidad p/día	p	Wq min
7.5	177.25	1	infinity	221.56	1	infinity
8	189.07	1	infinity	236.34	0.969	6.82
8.5	200.89	1	infinity	251.11	0.912	1.85
9	212.70	1	infinity	265.88	0.861	0.90
9.5	224.52	1	infinity	280.65	0.816	0.52
10	236.34	0.969	6.72	295.42	0.775	0.33
10.5	248.15	0.922	2.15	310.19	0.738	0.22
11	259.97	0.881	1.10	324.96	0.704	0.15
11.5	271.79	0.842	0.66	339.73	0.674	0.10

### 4.2.3 Demanda alta

El último período por analizar es el que corresponde a los meses de febrero, marzo y abril en donde el caudal de llamados entrantes supera el 10% de los llamados totales recibidos en el año. Durante estos meses del año, el equipo de Division Order recibe clientes con una tasa de arribo media de 1,41 minutos con un desvío de 2. Aplicando las fórmulas desarrolladas en la sección de metodología para obtener el valor de lambda y poder calcular la cantidad de llamados por día llegamos al resultado de lambda de aproximadamente 42 llamados por hora, lo que conlleva a que durante el día el equipo de Division Order reciba 382 llamadas entrantes.

**Tabla 17 - Resumen Division Order alta**

Variable	Media	Desvío
Tasa de arribo	1.4 minutos	2.00
Lambda	382 llamados por día	
Tiempo de espera	128 segundos	
Tiempo de servicio	9.5 minutos	3.23
Capacidad por servidor	6.32 llamados/hora	

Teniendo en cuenta los datos obtenidos podemos entender que la capacidad del sistema se encuentra muy por debajo de los 382 llamados por día provenientes de la demanda de este segmento. Incluso si se extendiera el horario de trabajo a 6 horas, el tamaño del

equipo debería duplicarse para recién estar en un equilibrio con la cantidad de clientes que intentan comunicarse, como puede observarse debajo en la **Tabla 18**.

De manera similar a lo observado en el segmento anterior, el tiempo de espera que se puede calcular a partir de los llamados no atendidos pertenecientes al dataset 1 presenta un valor cercano a la media de los llamados atendidos (135 y 128 segundos respectivamente). Como fue mencionado en el apartado anterior, esto refuerza la necesidad de utilizar una métrica para medir el tiempo de espera de los clientes.

**Tabla 18** - Comparación de tiempos de espera - Equipo Division Order alta

Servidores	5 horas			6 horas		
	Capacidad p/día	p	Wq min	Capacidad p/día	p	Wq min
10	315.86	1	infinity	379.03	1	infinity
10.5	331.65	1	infinity	397.98	0.960	3.40
11	347.44	1	infinity	416.93	0.916	1.29
11.5	363.23	1	infinity	435.88	0.876	0.70
12	379.03	1	infinity	454.83	0.840	0.43
12.5	394.82	0.967	4.30	473.78	0.806	0.28
13	410.61	0.930	1.63	492.74	0.775	0.19
13.5	426.41	0.896	0.88	511.69	0.746	0.14
14	442.20	0.864	0.55	530.64	0.720	0.10
14.5	457.99	0.834	0.37	549.59	0.695	0.07
15	473.78	0.806	0.25	568.54	0.672	0.05
15.5	489.58	0.780	0.18	587.49	0.650	0.04
16	505.37	0.756	0.13	606.44	0.630	0.03

#### 4.2.4 Consideraciones

Tras el análisis efectuado, se evidencia que la configuración actual del equipo de Division Order y su estrategia de atender llamados durante solo 3 horas no es aplicable si la gerencia desea mejorar las métricas del equipo.

En contraste con el equipo de Revenue, mantener la estructura actual solo sería factible cuando la demanda es baja. En los segmentos donde las llamadas entrantes son superiores, la decisión de mantener la estructura no permitiría lograr el objetivo de afrontar la demanda y mantener el nivel de servicio esperado.

En este caso, la gerencia debería considerar aumentar la cantidad de integrantes al menos hasta llegar a 10 para poder cumplir de manera razonable durante el periodo de demanda media y hasta 12,5 si el objetivo es mantener el sistema estable y fuera de la zona crítica durante todo el año. Caso contrario, durante estos periodos, deberá asumirse que varios clientes no podrán ser atendidos y el nivel de servicio será bajo.

### **4.3 Equipo conjunto**

Como fue anticipado en el objetivo de este trabajo, en este nuevo apartado nos enfocaremos en analizar las implicaciones que surgirían si las dos líneas de negocio, Division Order y Revenue, se unieran para atender todos los llamados entrantes de manera conjunta e indistinta.

Resulta importante destacar que la propuesta de unificar la atención en un solo equipo es factible, ya que ambas líneas de negocio cuentan con agentes que comparten ciertas características. Los agentes suelen ser estudiantes o graduados de carreras de ciencias económicas y, en su mayoría, tienen poca o nula experiencia laboral previa, siendo este su primer trabajo. Al ingresar a la empresa, reciben una capacitación específica que, en caso de unificar las líneas de negocio, debería adaptarse para incluir aspectos de ambas. Además, para reforzar la idea de que los agentes pueden manejar ambas líneas de negocio, se ha observado que algunos agentes han trabajado en ambas áreas, comenzando en una y luego pasando a formar parte de la otra.

Al explorar las implicaciones de la unión de las líneas de negocio en el servicio, es esencial comprender cómo se estructura el nuevo equipo conjunto. Inicialmente, se asume que se mantendrán los integrantes de cada equipo por separado, conservando los 8 empleados a tiempo completo de Revenue, los 6 integrantes a tiempo completo de Division Order y ambos integrantes a tiempo parcial. Esta configuración inicial establece el marco para evaluar como la unión entre ambos equipos puede afectar la capacidad operativa y los tiempos de procesamiento.

En este escenario, donde los equipos no estarían especializados por línea de negocio, se anticipa que los tiempos de procesamiento podrían extenderse más allá de los calculados para cada equipo individualmente. La razón radica en que, al no contar con la especialización en áreas específicas, los agentes generalistas podrían precisar de

mayor tiempo para poder resolver un llamado por lo que los tiempos de atención se verían incrementados.

Para abordar este análisis, asumiremos que los tiempos de procesamiento resultarán de un promedio ponderado de los tiempos obtenidos por cada equipo trabajando de manera separada. Este promedio se calculará considerando el porcentaje de llamadas de cada tipo, proporcionando una visión más holística de cómo la integración de las líneas de negocio podría afectar los tiempos de servicio y, en última instancia, la eficiencia operativa. De esta manera, el peso que se le asignará a cada tipo de llamada será en proporción del total de llamadas recibidas cada mes.

La integración de ambas líneas de negocio implica una modificación en la dinámica de la demanda, lo que implica que sea necesario reevaluar los segmentos para poder comprender cómo se distribuyen las llamadas a lo largo del año.

Para categorizar las distintas épocas del año, contemplaremos el mismo enfoque utilizado en los apartados anteriores, consideraremos el porcentaje mensual de llamados respecto del total anual. De esta manera, estableceremos que un mes se clasificará como de época baja si la totalidad de llamados representa menos del 10% del total anual, en el rango del 10 al 15%, un mes será considerado de época media, y únicamente el mes de marzo se identificará como de temporada alta, ya que, con más de 11 mil llamados, alcanza a representar un 18% de la demanda total. La clasificación y detalle de cada mes puede observarse en la **Tabla 19**.

**Tabla 19** - Segmentación demanda - Equipo conjunto

Mes	Llamadas entrantes	Segmento
1	5.036	Baja
2	7.672	Media
3	11.318	Alta
4	5.912	Media
5	4.330	Baja
6	6.816	Media
7	3.953	Baja
8	4.019	Baja
9	4.194	Baja
10	3.057	Baja
11	2.911	Baja
12	2.978	Baja

### 4.3.1 Demanda baja

Comenzamos el análisis de este nuevo equipo enfocándonos en el segmento de demanda baja. Para ello, calculamos las variables correspondientes para realizar el estudio:

*Tabla 20 - Resumen Equipo conjunto demanda baja*

Variable	Media	Desvío
Tasa de arribo	2.6 minutos	3.43
Lambda	211 llamados por día	
Tiempo de servicio	10.86 minutos	3.61
Capacidad por servidor	5.52 llamados/hora	

Considerando el caudal de llamados entrantes y la estructura del equipo, se aclara que esta configuración no sería suficiente para cubrir la demanda si solo se contemplara un tiempo de atención de 2 horas por día. No obstante, al extender el horario de atención a 3 horas por día, el equipo demostraría la capacidad de atender hasta 247 llamadas diarias. Al comparar esta capacidad con la cantidad calculada de llamadas entrantes, se observa que la capacidad del equipo se encontraría en un 85%. Para lograr un sistema estable sería necesario tan solo incrementar la estructura del equipo con un empleado a tiempo parcial, como puede observarse debajo en la **Tabla 21**.

*Tabla 21 - Capacidad por servidor - Demanda baja*

Servidores	3 horas		
	Capacidad p/día	p	Wq min
12	198.81	1	infinity
12.5	207.10	1	infinity
13	215.38	0.979	11.39
13.5	223.66	0.942	3.43
14	231.95	0.909	1.76
14.5	240.23	0.877	1.07
15	248.52	0.848	0.70
15.5	256.80	0.821	0.49
16	265.08	0.795	0.35
16.5	273.37	0.771	0.25
17	281.65	0.748	0.19

### 4.3.2 Demanda media

Continuamos con el análisis del segmento de demanda medio, donde se observa un aumento considerable de llamadas diarias: 339 llamadas diarias. Es un aumento de más de 100 llamados por día en comparación con el segmento de menor caudal de contactos.

*Tabla 22 - Resumen Equipo conjunto demanda media*

Variable	Media	Desvío
Tasa de arribo	1.6 minutos	2.24
Lambda	339 llamados por día	
Tiempo de servicio	10.14 minutos	3.49
Capacidad por servidor	5.92 llamados/hora	

Teniendo en cuenta que la cantidad de llamados recibidos tiene una variación significativa respecto al calculado durante el segmento bajo, y que el tiempo de servicio se encuentra en parámetros similares, se puede tomar de referencia la **Tabla 21** para concluir que una atención de 3 horas diarias no es suficiente para afrontar una demanda que supera en más de 100 llamadas al segmento bajo. En respuesta a esta demanda más elevada, se presenta una comparativa en la **Tabla 23** entre opciones de 4 y 5 horas de atención diaria.

*Tabla 23 - Capacidad por servidor - Demanda media*

Servidores	4 horas			5 horas		
	Capacidad p/día	p	Wq min	Capacidad p/día	p	Wq min
12	283.94	1	infinity	354.93	0.955	3.26
12.5	295.77	1	infinity	369.71	0.917	1.42
13	307.60	1	infinity	384.50	0.881	0.80
13.5	319.43	1	infinity	399.29	0.849	0.51
14	331.26	1	infinity	414.08	0.819	0.34
14.5	343.09	0.988	14.33	428.87	0.790	0.24
15	354.93	0.955	3.18	443.66	0.764	0.17
15.5	366.76	0.924	1.56	458.45	0.739	0.13
16	378.59	0.895	0.93	473.23	0.716	0.09
16.5	390.42	0.868	0.61	488.02	0.695	0.07
17	402.25	0.843	0.42	502.81	0.674	0.05

Con 4 horas, el equipo apenas superaría en capacidad la demanda entrante, resultando en un sistema que se encuentra dentro de la zona crítica. Incluso si se aumentara la estructura a 17 personas, el sistema seguiría encontrándose en esta zona. Sin embargo, al extender la atención a 5 horas diarias durante estos meses, se logra estabilizar el sistema, incluso con la estructura actual, marcando una diferencia significativa en la capacidad del equipo para enfrentar una demanda más alta. Estos resultados se presentan de manera detallada en la tabla correspondiente, ofreciendo una visión más precisa de la capacidad del equipo en función de las horas de atención y la estructura del personal.

### 4.3.3 Demanda alta

Por último, en el escenario de demanda alta se registra una tasa de arribos promedio de 1,01 minutos, que se traduce en una estimación de 510 llamadas diarias. En cuanto al tiempo de procesamiento medio, se calcula que se encuentra en 9,84 minutos.

*Tabla 24 - Resumen Equipo conjunto demanda alta*

Variable	Media	Desvío
Tasa de arribo	1.1 minutos	1.52
Lambda	510 llamados por día	
Tiempo de servicio	9.84 minutos	3.37
Capacidad por servidor	6.1 llamados/hora	

En este contexto, se presenta los resultados de procesamiento y tiempos de espera en la **Tabla 25**. A partir de esta información se evidencia que, con la estructura del equipo y una jornada de 6 horas diarias, se logra abarcar la demanda, aunque este escenario conduce a un sistema que se encuentra en la zona crítica. Solo al contar con una plantilla de 17 integrantes y manteniendo este tiempo de atención, se alcanzaría un sistema casi óptimo, encontrándose la capacidad apenas por encima del 80% recomendado.

**Tabla 25 - Capacidad por servidor - Demanda alta**

Servidores	5 horas			6 horas		
	Capacidad p/día	p	Wq min	Capacidad p/día	p	Wq min
13.5	411.51	1	infinity	493.81	1	infinity
14	426.75	1	infinity	512.10	0.996	28.48
14.5	441.99	1	infinity	530.39	0.961	2.66
15	457.24	1	infinity	548.68	0.929	1.20
15.5	472.48	1	infinity	566.97	0.899	0.69
16	487.72	1	infinity	585.26	0.871	0.45
16.5	502.96	1	infinity	603.55	0.845	0.30
17	518.20	0.984	7.22	621.84	0.820	0.22
17.5	533.44	0.956	2.20	640.13	0.796	0.16
18	548.68	0.929	1.15	658.42	0.774	0.12
18.5	563.92	0.904	0.71	676.71	0.753	0.09

#### 4.3.4 Consideraciones

Después de analizar los tres segmentos de demanda, cabe destacar que, con la estructura del equipo unificado, la adición de un empleado a tiempo parcial sería suficiente para lograr un sistema estable y fuera de la zona crítica tanto en periodos de baja como de media demanda. Sin embargo, al enfrentarse a una demanda alta, esta configuración podría cubrirla si se extiende la atención a 6 horas diarias, aunque resultaría en un sistema que se encuentra dentro de la zona crítica.

Es importante resaltar que, a diferencia del análisis por separado de los equipos, el escenario de demanda alta representa solo un mes al año en lugar de tres. Por ende, el sistema solo se encontraría dentro de la zona crítica durante ese único mes, una mejora significativa respecto a los escenarios previos donde la inestabilidad se prolongaba por los tres meses si el equipo no aumentaba considerablemente su estructura. Este resultado subraya la eficacia de la estrategia de unificación de equipos para manejar la variabilidad en la demanda y proporciona una perspectiva más favorable en términos de estabilidad operativa.



## 5. Conclusiones

En consonancia con los objetivos trazados en la sección 1.4 Objetivo de esta tesis, cuyo propósito principal es proporcionar herramientas estratégicas para la toma de decisiones en el ámbito del personal, se ha llevado a cabo un análisis detallado de los equipos de Revenue y Division Order, con especial énfasis en dos aspectos cruciales: la determinación de la cantidad óptima de agentes para cumplir con el servicio y la evaluación del impacto de contar con agentes capacitados en ambas líneas de negocio.

En la búsqueda de respetar las restricciones de contratación de recursos, se implementó una segmentación de la demanda en tres ventanas de tiempo. Este enfoque, detallado en las secciones correspondientes, permitió proponer estrategias flexibles donde el tiempo dedicado por los agentes a la atención telefónica se ajusta dinámicamente para hacer frente a las variaciones de la demanda entrante.

Después de un exhaustivo análisis de las dinámicas de atención telefónica en los equipos de Revenue y Division Order, así como la evaluación de su desempeño cuando se consideran de manera conjunta, se desprenden conclusiones fundamentales que deben ser consideradas por la gerencia en la toma de decisiones estratégicas.

Cuando se examinaron los equipos de manera individual, se evidenciaron retos significativos. En el caso de Revenue, aunque existe la posibilidad de mantener su estructura actual, esta opción implica cambios sustanciales en su estrategia operativa. Aplicar la segmentación de la demanda y ajustar las restricciones de horarios frente al teléfono son pasos imprescindibles. La propuesta sería trabajar 3 horas al teléfono durante los 10 meses que se corresponden a la demanda baja y media, y durante 4 horas diarias los 2 meses restantes para hacer frente a la variabilidad de la demanda. Por otro lado, el equipo de Division Order se enfrenta a una situación más compleja, ya que no solo necesita segmentar la demanda y modificar las restricciones de horarios, sino que también requiere un aumento considerable en su estructura, llegando a duplicarla para mantener un sistema estable y fuera de la zona crítica en períodos de alta demanda. Este ajuste llevaría a una distribución de tiempo frente al teléfono de 6 horas diarias durante los 5 meses que abarcan la demanda media y alta, aun habiendo incrementado sustancialmente su estructura. Cabe destacar, que el estar tanto tiempo al teléfono

durante casi la mitad del año complicaría la capacidad de los agentes para resolver eficientemente los asuntos derivados de los llamados.

En contraste, el análisis de la unión de ambos equipos revela una solución más eficaz y menos compleja. Solo sería necesario incrementar un empleado a tiempo parcial para logra un sistema estable y fuera de la zona crítica durante la mayor parte del año. La estructura resultante consistiría en 15 empleados a tiempo completo y 1 a tiempo parcial. En este escenario, los agentes trabajarían 3 horas frente al teléfono durante los 8 meses donde la demanda es considerada baja, 5 horas durante 3 meses de demanda media y 6 horas durante el único mes de demanda alta, marzo. Si la gerencia busca reducir las horas trabajadas, la única alternativa práctica sería incrementar aún más la estructura del equipo. Aun tomando esta decisión, la cantidad de nuevos empleados necesaria no sería tanta como la requerida para mantener ambas líneas de negocio por separado.

Comparando ambos enfoques, la opción de unificar los equipos surge como la más viable y eficiente. No solo simplificaría la gestión y programación del personal, sino que también garantizaría un sistema estable y fuera de la zona crítica durante la mayor parte de año, con la excepción del mes en donde el segmento de la demanda es considerado alto. Esta recomendación se apoya en la optimización de los recursos y la flexibilidad para adaptarse a las fluctuaciones de la demanda.

Es fundamental informar a la gerencia que la implementación de las recomendaciones propuestas impactará principalmente en la mejora de la métrica actual de cantidad de llamados no atendidos. Se espera que esta métrica muestre una mejora significativa.

No obstante, aumentar el tiempo que los agentes pasan al teléfono podría afectar negativamente el tiempo disponible para resolver los casos. El incremento en la cantidad de casos atendidos, debido a la posibilidad de responder a más llamados, sumado a la reducción del tiempo disponible para resolverlos, podría afectar adversamente la métrica de cantidad de casos resueltos en tiempo y forma.

Además, es importante considerar cómo el agotamiento físico impacta en el rendimiento de los empleados si deben trabajar más horas frente al teléfono. Este

cambio alteraría el statu quo actual y podría llevar a una disminución en la eficiencia y satisfacción laboral.

Afortunadamente, las herramientas disponibles en el trabajo son lo suficientemente flexibles para permitir a la gerencia analizar la cantidad de recursos necesarios según el tiempo que pasan al teléfono. Se recomienda buscar un equilibrio entre cantidad, calidad y cumplimiento de objetivos para asegurar una operación eficiente y efectiva.

En cuanto a posibles desarrollos futuros que podría llevar adelante el equipo, se destaca la posibilidad de llevar a cabo un análisis adicional enfocado en la segmentación por horas del día. Este estudio podría investigar cómo distribuir de manera eficiente los recursos para hacer frente a la demanda en diferentes momentos del día. Este enfoque podría proporcionar información valiosa sobre los patrones de comportamiento de los clientes, facilitando una asignación óptima de recursos. Es importante destacar que esta línea de investigación se plantea como un proyecto independiente, ya que no forma parte del alcance de esta tesis.

## Referencias

1. Weiss, Elliot N. (2014). *Operations Management Reading: Managing Queues*. Harvard Business Publishing.
2. Bitran G., Ferrer J. C. y Rocha e Oliveira P. (2007) *Managing Customer Experiences: Perspectives on the Temporal Aspects of Service Encounters*. Informs.
3. Sakasegawa, Hiroataka (1977). An approximation formula.
4. Shapiro, Roy D. (2013). *Operations Management Reading: Process Analysis*. Harvard Business Publishing.
5. Newbold P., Carlson W. y Thorne B. (2008). *Estadística para Administración y Economía*. Pearson Educación.
6. Efron, B. & Tibshirani, R.J. (1994). *An Introduction to the Bootstrap*. Chapman & Hall/CRC.

## Apéndice I

*Tabla 26 - Tiempos de servicio - Resultados analíticos vs Bootsrapping*

Equipo	Temporada	Cálculo analítico	Intervalo de confianza 95% (Bootstrap)	
			Lím. Inferior	Lím. Sup
Revenue	Baja	11.39	10.72	12.03
	Media	11.54	10.75	12.22
	Alta	11.02	10.36	11.7
DO	Baja	10.5	9.97	10.98
	Media	10.16	9.51	10.85
	Alta	9.5	8.93	10.08