



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TESIS**

**OPTIMIZACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DE  
TURNOS EN TELEOPERADORES PARA EL  
INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN UN CALL  
CENTER DE VENTAS A ESPAÑA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
INDUSTRIAL**

**Autores:**

**Br. Reque Rojas Marco Antonio**  
(<https://orcid.org/0000-0002-8288-7340>)

**Br. Vidaurre Bances Jimmy Julio**  
(<https://orcid.org/0000-0003-0772-6755>)

**Asesor:**

**Dr. Vásquez Coronado Manuel Humberto**  
(<https://orcid.org/0000-0003-4573-3868>)

**Línea de Investigación:**

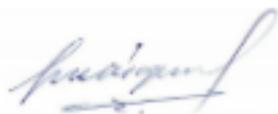
**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**

**2022**

**OPTIMIZACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DE TURNOS EN  
TELEOPERADORES PARA EL INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN UN  
CALL CENTER DE VENTAS A ESPAÑA**

**Aprobación del Jurado**



---

**Dr. Vásquez Coronado Manuel Humberto**  
**Asesor**



---

**Dr. Vásquez Coronado Manuel Humberto**  
**Presidente del Jurado de Tesis**



---

**Mg. Armas Zavaleta José Manuel**  
**Secretario del Jurado de Tesis**



---

**Mg. Arrascue Becerra Manuel Alberto**  
**Vocal de Jurado de Tesis**

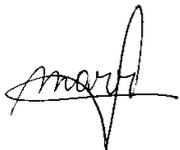
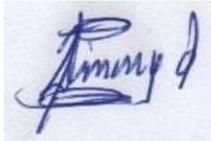
### DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscriben la **DECLARACIÓN JURADA**, somos egresados del Programa de Estudios de Ingeniería Industrial de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

#### OPTIMIZACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DE TURNOS EN TELEOPERADORES PARA EL INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN UN CALL CENTER DE VENTAS A ESPAÑA

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Reque Rojas Marco Antonio	DNI: 72496233	
Vidaurre Bances Jimmy Julio	DNI: 76867386	

Pimentel, 2 de Enero del 2023

## **DEDICATORIA**

A nuestros familiares, amigos, docentes profesionales y a todas aquellas personas que nos apoyaron en el transcurso de la carrera universitaria.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por siempre llenarnos de bendiciones en nuestras vidas y por permitirnos culminar nuestra carrera profesional.

A nuestros padres por estar siempre allí y su apoyo incondicional.

A las personas que nos ayudaron y nos fortalecieron con conocimientos en el transcurso del desarrollo de la tesis y de la carrera universitaria.

Al Dr. Manuel Humberto Vásquez Coronado por sus enseñanzas, sugerencias y consejos.

# OPTIMIZACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DE TURNOS EN TELEOPERADORES PARA EL INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN UN CALL CENTER DE VENTAS A ESPAÑA

## OPTIMIZATION OF SHIFT SCHEDULING IN TELE OPERATORS TO INCREASE PRODUCTIVITY IN A CALL CENTER SALES TO SPAIN

Marco Antonio Reque Rojas<sup>1</sup>

Jimmy Julio Vidaurre Bances<sup>2</sup>

### *Resumen*

*El presente trabajo de investigación tiene como objetivo diseñar un modelo matemático de optimización de la programación de turnos para incrementar la productividad en un Call Center de ventas a España. La programación de turnos de un Call Center de ventas a España está conformada por las restricciones y cantidades totales de teleoperadores full y part time requeridos en un día y periodo determinado, los cuales fueron calculados por OpenSolver de Excel. Con el diseño del modelo de optimización la productividad aumento en un 4.52% en comparación de lo encontrado y lo estimado. Así mismo se estima una mejora de un 99% respecto al diseño de programación de turnos para los teleoperadores.*

*El análisis económico realizado a la propuesta muestra que el indicador beneficio-costos es de 0.7395 lo cual determina que la propuesta es rentable para un Call Center de ventas a España.*

**Palabras clave:** *optimización, programación de turnos, productividad y Call Center.*

---

<sup>1</sup> Adscrito a la Escuela Académica de Ingeniería Industrial Bachiller, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú: email: [rojasmarcoanto@crece.uss.edu.pe](mailto:rojasmarcoanto@crece.uss.edu.pe) Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8288-7340>

<sup>2</sup> Adscrito a la Escuela Académica de Ingeniería Industrial Bachiller, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú: email: [vbancesjimmyjul@crece.uss.edu.pe](mailto:vbancesjimmyjul@crece.uss.edu.pe) Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0772-6755>

## ***Abstract***

*The present research work aims to design a mathematical model for the optimization of shift scheduling to increase productivity in a sales call center in Spain. The shift scheduling of a sales call center to Spain is made up of the restrictions and total amounts of full and part time telemarketers required on a given day and period, which were calculated by Excel OpenSolver. With the design of the optimization model, productivity increased by 4.52% compared to what was found and what was estimated. Likewise, an improvement of 99% is estimated with respect to the design of shift programming for telemarketers.*

*The economic analysis carried out on the proposal shows that the benefit / cost indicator is 0.7395, which determines that the proposal is profitable for a Call Center for sales to Spain.*

***Key Words:*** *optimization, shift scheduling, productivity and call center.*

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
<i>Resumen</i> .....	vi
<i>Abstract</i> .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática .....	13
1.2. Trabajos previos .....	16
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	20
1.3.1. Productividad.....	20
1.3.1.1. Definición.....	20
1.3.1.2. Importancia de la productividad .....	21
1.3.1.3. Tipos de productividad.....	23
1.3.1.4. Medición de la productividad.....	24
1.3.1.5. Indicadores de la productividad .....	25
1.3.1.6. Factores que influyen en la productividad .....	26
1.3.2. Programación de Turnos en teleoperadores .....	27
1.3.2.1. Programación de turnos.....	27
1.3.2.2. Teleoperadores.....	30
1.3.2.3. Programación Lineal (PL) .....	31
1.3.2.4. Programación Lineal Entera.....	39
1.4. Formulación del problema.....	42
1.5. Justificación e importancia del estudio .....	42
1.6. Hipótesis .....	43
1.7. Objetivos.....	44

1.7.1. Objetivo general.....	44
1.7.2. Objetivos específicos .....	44
II. MATERIAL Y MÉTODO .....	45
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	45
2.1.1. Tipo de investigación .....	45
2.1.2. Diseño de investigación .....	45
2.2. Variables, Operacionalización.....	46
2.2.1. Variables.....	46
2.2.2. Operacionalización .....	46
2.3. Población y muestra .....	49
2.3.1. Población.....	49
2.3.2. Muestra .....	49
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..	49
2.4.1. Técnicas de recolección de información .....	49
2.4.2. Instrumentos de recolección de información .....	50
2.4.3. Validez y confiabilidad .....	50
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	51
2.6. Criterios éticos .....	51
2.7. Criterios de Rigor Científico .....	52
III. RESULTADOS.....	53
3.1. Diagnóstico de la empresa.....	53
3.1.1. Información general .....	53
3.1.1.1. Recursos humanos.....	55
3.1.1.2. Recursos tecnológicos.....	57
3.1.1.3. Recursos de infraestructura .....	57
3.1.2. Descripción del servicio de ventas a España .....	58
3.1.3. Análisis de la problemática .....	60

3.1.3.1. Resultados de la aplicación de instrumentos .....	60
3.1.4. Situación actual de la productividad.....	66
3.1.3.2. Herramientas de diagnóstico .....	66
3.1.4. Situación actual de la productividad.....	68
3.2. Discusión de resultados .....	69
3.3. Propuesta de investigación .....	72
3.3.2. Objetivos de la propuesta .....	73
3.3.3. Desarrollo de la propuesta .....	73
3.3.4. Situación de la variable dependiente con la propuesta .....	93
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	97
4.1. Conclusiones .....	97
4.2. Recomendaciones .....	98
REFERENCIAS .....	99
ANEXOS .....	105

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	47
Tabla 2.....	48
Tabla 3.....	54
Tabla 4.....	60
Tabla 5.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Fórmula general de la productividad.....	21
<b>Figura 2.</b> Stakeholders en la productividad.....	22
<b>Figura 3.</b> Fórmulas de la productividad parcial. ....	23
<b>Figura 4.</b> Fórmula de la productividad de factor total. ....	24
<b>Figura 5.</b> Fórmula de la productividad total.....	24
<b>Figura 6.</b> Factores que influyen en la productividad. ....	26
<b>Figura 7.</b> Región factible de un modelo matemático.....	33
<b>Figura 8.</b> Solución degenerada .....	34
<b>Figura 9.</b> Solución múltiple .....	35
<b>Figura 10.</b> Solución ilimitada .....	36
<b>Figura 11.</b> Solución no factible .....	36
<b>Figura 12.</b> Relación entre las soluciones del dual y el primal.....	38
<b>Figura 13.</b> Método de ramificación y acotación.....	41
<b>Figura 14.</b> Equipo de ventas de un Call Center .....	55
<b>Figura 15.</b> Flujograma del servicio de ventas de un Call Center de ventas a España.....	59
<b>Figura 16.</b> Diagrama Ishikawa de la situación actual en cuanto a la planificación de turnos de los teleoperadores en un Call Center de ventas a España .....	66
<b>Figura 17.</b> Tiempo productivo de un Call Center de ventas a España. ....	69
<b>Figura 18.</b> Validación de instrumento (registro de recolección de datos) .....	107
<b>Figura 19.</b> Validación de instrumento (registro de recolección de datos) .....	108
<b>Figura 20.</b> Validación de instrumento (registro de recolección de datos) .....	109
<b>Figura 21.</b> Validación de instrumento (registro de recolección de datos) .....	110
<b>Figura 22.</b> Validación de instrumento (entrevista).....	111
<b>Figura 23.</b> Validación de instrumento (entrevista).....	112
<b>Figura 24.</b> Validación de instrumento (entrevista).....	113
<b>Figura 25.</b> Validación de instrumento (entrevista).....	114

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Vender por vía telefónica no es sólo levantar un teléfono o smartphone, marcar un número y tratar de vender a un cliente en específico, muchas personas imaginan que dicho proceso se realiza de tal manera, pero en realidad se utilizan recursos materiales como computadoras, laptops, programas y audífonos o cascos, así como el recurso humano, que es uno de los activos indispensables que poseen las organizaciones, pues ellos garantizan que el negocio funcione con eficacia a nivel operativo ya que son la primera línea de comunicación con el público de tal manera que animan a hacer posible una compra, aportando asesoramiento y confianza. Es por ello por lo que se ha optado localizar organizaciones europeas como los Call Center en Países Latinos, ya que las características de sus habitantes son de calidez y amabilidad para con sus clientes logrando entablar un diálogo sostenido que les permita ofrecer sus productos o servicios, pues en estos países podemos asegurar la disponibilidad del recurso humano ya que existe un alto nivel de desempleo juvenil y son ellos quienes buscan trabajos con horarios que les permitan continuar con sus estudios (Labarthe, 2018). Hoy en día, en un mundo globalizado y altamente competitivo, uno de los principales desafíos de los Call Center es la programación de los turnos de sus teleoperadores, de tal manera que el personal tenga la óptima asignación de trabajo para que realicen sus labores adecuadamente y logren aumentar su productividad.

Frente a ello el sector telecomunicaciones en Colombia, está evolucionando de una manera increíble y según el diario Dinero (2018) el 80% de su recurso humano son los jóvenes, quienes deben cumplir con ciertas cualidades tales como el manejo de un segundo idioma, la facilidad de expresión oral y un vocabulario suficiente para poder asumir esta oportunidad laboral.

Así mismo, El Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) en cuanto a Argentina informa que para lograr mejoras en la productividad es necesario adaptar la organización institucional para que muestre un entorno productivo que

impulse la innovación, asignando eficientemente recursos y una mayor unión productiva. (Banco de Desarrollo de América Latina, 2018). Sin embargo, esto no siempre se cumple de tal manera, pues a menudo se confunde la productividad de los teleoperadores entre la calidad y cantidad de llamadas que ellos puedan realizar, así se ven obligados a terminar una llamada en forma apresurada para dar inicio a otra, a esto se le suma la presión que los teleoperadores sienten al tener que realizar la mayor cantidad de ventas posibles con el fin de adquirir algún incentivo que les proponga su organización, todos estos factores ponen en peligro la satisfacción del usuario y por consecuencia la productividad que se logre.

Del mismo modo en Ecuador se ve afectada la productividad de los teleoperadores en los Call Center, pues ellos tienen variaciones negativas en su salud manifestada por el distrés que sienten, ya que la distribución horaria que reciben no es la adecuada para poder cumplir todas sus funciones dentro de la empresa y tampoco les permite llevar una alimentación correcta (Guerrero, 2015).

Teniendo como referencia estos países, Perú no es ajeno a los problemas que afectan la productividad en sus organizaciones, ya que en los últimos años esta se muestra paralizada debido al incumplimiento el sector que ofrece servicios de telecomunicaciones (Verona y Navarro, 2019). Así mismo se conoce que el 70% de los colaboradores padecen de estrés laboral y el 28% relacionan el estrés al desbalance entre su trabajo y la compensación, pues esto sucede cuando las exigencias laborales superan las habilidades que ellos tienen para afrontarlas (Talledo y Ugaz, 2018).

Esto de igual manera explica por qué la productividad no tiene un efecto positivo, relacionándose una vez más a la carga laboral o mala distribución de tiempos que tienen por parte de su empresa lo cual afectará a gran parte de la población pues según el diario El Economista América (2019) informa que en Lima se encuentra la mayor población que hace uso del teléfono para realizar sus compras, seguido por Cusco, Chiclayo, Puno, el Callao y Trujillo.

A nivel nacional, Trujillo es la segunda ciudad que tiene la mayor cantidad de población que realiza compras por vía telefónica sin embargo, este servicio no

es del todo satisfactorio para ellos, pues han surgido diferencias entre los trabajadores y asesores en situaciones como el iterativo control de tiempo en los servicios higiénicos, cambios respecto al bono de incentivo, no recibir y disminución de comisiones, inadecuada distribución de las horas de trabajo y estresante clima laboral afectando así la productividad (Desposorio, 2017).

A lo largo del tiempo la región Lambayeque ha tenido un crecimiento laboral en el sector de telecomunicaciones, hablando de empresas como Allus Global Bpo Center y Adecco Perú, que en su momento tenían un buen impacto laboral también tuvieron un quiebre, quizá productivo o económico, ante esta situación podemos inferir que existen factores que determinan el desarrollo de una empresa tanto de manera positiva como negativa, en el caso de Konecta Perú quien está presente en la región desde el 2014, optó por utilizar estrategias para incrementar la contratación de personal con programas innovadores es por ello que en el 2018 inauguró el primer curso de Formación e Inserción Laboral Integral Chiclayo y actualmente cuenta con más de 2.200 colaboradores en su mayoría jóvenes (Konecta Perú, 2018). Sin embargo, un número mayor de teleoperadores no asegura un incremento de productividad, pues sus colaboradores de la sucursal Chiclayo enfrentan un gran reto al organizar sus horarios de trabajo pues la empresa generalmente ofrece turnos rotativos, lo cual los perjudica ya que en su mayoría son jóvenes universitarios, es por ello que muchos optan por dejar de estudiar y otros por dejar el trabajo reflejándose así un panorama donde no se tiene en cuenta una organización de turnos para sus colaboradores.

Existen aquellos Call Center que están dirigidos a venderle al público español tal es el caso de Sky Perú Telecomunicaciones S.A.C., quienes no solo enfrentan la búsqueda de personal capacitado para incrementar su productividad, sino que trabajan con una diferencia, dificultando así la asignación de turnos laborales, es por ello que aquel Call Center que se ubique en el Perú y venda servicios de telefonía e internet a España se verá enfrentado a organizar los turnos de sus teleoperadores, pues se sabe que Perú y España tienen una diferencia horaria de 7 horas promedio y de 6 horas en horario de verano. Además, teniendo como referencia que en España se reciben llamadas

comerciales desde las 9 am hasta las 9 pm, en un horario de lunes a viernes, respetando también días de descanso y feriados que no se atienden dichas llamadas.

## **1.2. Trabajos previos**

Meneses (2017) realizó una tesis titulada “Estudio del problema de programación de turnos de enfermería” (NSP), el estudio fue realizado en Bucaramanga-Colombia y tuvo como objetivo realizar una investigación para afrontar el inconveniente de turnos de enfermería a partir de la optimización matemática. La metodología utilizada fue la revisión bibliográfica con el propósito de adquirir información relacionada solo a programación de turnos, el modelo se resolvió manejando dos técnicas innovadoras: La búsqueda adaptativa en el vecindario (ANS) y el algoritmo híbrido de colonia de abejas (HABC), teniendo como resultado que es factible dar solución al NSP mediante el uso de un modelo además, se alcanzan grandes mejorías con respecto al modelo clásico de formulación de NSP debido a su flexibilidad y robustez. Es así que con el modelo se logra satisfacer la demanda y la satisfacción de preferencias con un mínimo de 76% y un máximo de 99% de eficacia.

De igual manera González y Suárez (2018) realizaron una tesis titulada “Desarrollo de un modelo de asignación de horarios en el entorno educativo mediante la programación lineal”, la cual se realizó en Santiago de Cali - Colombia y tuvo como objetivo desarrollar un modelo de asignación de horarios del Colegio Mixto San Vicente mediante la metodología de programación lineal orientada a la optimización de recursos que satisfaga las restricciones y necesidades del sistema. La investigación fue de clase transversal y descriptiva, además de tipo no experimental; dentro de sus resultados tenemos la reducción del tiempo del proceso de asignación de horarios, que era entre 40 a 60 días, a un promedio de 5 días, obteniendo mejora eficaz de 91.66%.

Álvarez y Villegas (2019) en su investigación titulada “Propuesta para la mejora de la productividad en la empresa de calzado Contquin Sport”, realizada en Bogotá - Colombia, los autores tenían como objetivo de plantear una propuesta

que englobe diferentes aspectos de mejora dentro de la entidad, buscando crear factibles soluciones logradas durante el progreso del proyecto. La metodología utilizada en la investigación fue de tipo explicativo y mixto (conjunto de métodos sistemáticos, empíricos y críticos en la investigación. La implementación de la herramienta 5's, un plan de compras e indicadores de gestión, dieron como resultado obtener una productividad total de 1.21 con una mejora de 5,02% respecto a la anterior.

De igual manera Rosas (2017) en su indagación “Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el proceso de montaje en la línea de producción de reconectores en la empresa Resead S.A.C. Puente Piedra, 2017”, desarrollada en Lima (Perú), tuvo como objetivo dar a conocer cómo la ingeniería de métodos y la confiabilidad del producto mejoran la productividad, la investigación fue de carácter descriptivo y explicativo debido a que se evaluó y estudió los resultados obtenidos, los cuales concluyeron que la productividad de la organización. Los resultados del estudio muestran que de un 67,34%, la productividad mejoró a un 90.06% teniendo un 22.72% como resultado de mejora.

Abanto y Abanto E (2018) en su estudio “Propuesta de mejora aplicada a la programación de turnos de cajeros y dimensionamiento de la cantidad asistentes de venta en una tienda por departamentos que incremente la productividad y satisfacción del cliente”, se plantearon como objetivo incrementar los indicadores de satisfacción de espera en el área caja y la productividad de los asistentes de venta. La investigación que se realizó en Lima- Perú tuvo como metodología para el resolver el problema la programación lineal y el estudio de Tiempos, dentro del marco del ciclo de mejora continua PHVA, cuyos resultados fueron lograr resolver los problemas presentados y sus respectivas causas raíz, incrementando así los indicadores de satisfacción de espera en la caja, y de la disponibilidad de asistentes de ventas con una reducción significativa de 53% en el tiempo máximo de espera registrado en colas, así como también una reducción del número promedio de personas en cola. Esto se traduce en una mejora considerable de la experiencia del cliente y la satisfacción del indicador de espera en la caja.

Además, la validación del modelo propuesto de estudio de tiempos aumenta la productividad de los asistentes de ventas a un 100%.

Julca, Malca y Saravia (2016) en su investigación “Modelo de programación lineal entera para mejorar la productividad del proceso de obtención y procesamiento de la goma de tara de industria nativa S.A.C”, realizada en la ciudad de Lima - Perú y teniendo como objetivo formular y establecer un modelo de programación lineal que permita perfeccionar la productividad de la goma de tara en la empresa. El marco metodológico usado por los autores se basó en el enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo con diseño no experimental, para la solución del problema se hizo uso del Método Simplex y del programa Solver, teniendo como resultado la optimización de la producción en 274 575 Tn de productos terminados y haciendo uso de horas extras, para así lograr obtener una productividad total de 85.43%.

Ortiz (2018) en su tesis titulada “Aplicación web fundamentada en un método de asignación multicriterio y programación lineal para apoyar la planificación de horarios del personal de seguridad de la municipalidad provincial de Chiclayo”, tuvo como objetivo ayudar al proceso de planificación de horarios del personal de la municipalidad del área de seguridad ciudadana por medio de la implementación de un aplicativo web. La investigación pertenece a la Tecnológica Aplicada, de tipo Cuasi-experimental, en sus resultados se obtuvo que disminuyó a solo 9 segundos, de 4 horas y 30 minutos, la media de tiempo que ocupaba el proceso de organización de horarios obteniendo una mejora del 99%, incrementó la frecuencia de organización de horarios anualmente a 25% (de 1 o 2 horarios/año, a un horario/mes) , disminuyó a 24.66%, de 68.5%, el nivel de insatisfacción de los empleados en relación al horario que se les asignó, disminuyó a 26.03%, de 57.5%, el índice de los trabajadores que no estaban en acuerdo del proceso de planificación y en conclusión decreció a 8.915%, de 13.025%, el porcentaje de renuncia de los colaboradores.

Ortiz (2019) en su investigación “Modelo de optimización de operaciones para mejorar el servicio de atención médica ocupacional en la Clínica Preventiva

SAC, 2019”, la cual se desarrolló en Chiclayo-Perú, tenía como objetivo construir un modelo de optimización de operaciones como propuesta para optimizar el servicio de atención en medicina ocupacional, basándose en la teoría de modelos de optimización en Programación matemática y programación lineal. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo no experimental, teniendo como resultado un aumento de atención de 8 a 15 pacientes diarios o de 79 atenciones a 94 atenciones diarias; y con relación al porcentaje de balance del sistema de atención se logró un aumento del 20%. Además, la propuesta de modelo de optimización de operaciones generó un beneficio/costo de 1.77 en un periodo de 5 años.

Fernández y Ramírez (2017) realizaron un estudio en Pimentel titulado “Propuesta de un plan de mejoras, basado en gestión por procesos, para incrementar la productividad en la empresa distribuciones A & B” cuyo objetivo fue construir como propuesta un plan de mejoras teniendo en cuenta la gestión por procesos, que ayude al incremento de la productividad. El diseño metodológico se basó en seleccionar información haciendo el análisis de los diferentes documentos, como archivos, cuestionarios y entrevista, con objeto de conseguir información generada de fuentes documentales y prestar atención a los hechos mediante la valoración tanto de los encuestados y entrevistado. La investigación tuvo como principal resultado que la empresa, mejorará en el proceso de producción, las destrezas de ventas en la empresa y un potencial aumento de la satisfacción de los trabajadores y consumidores, así como aumentará un 22.18% la productividad, así mismo el desperdicio del agua se reduciría el desperdicio de agua, se debía eliminar un puesto de trabajo que no genere valor y así la asociación conseguiría un ciclo de mejora perenne anual para una permanente evaluación y desempeño de los procesos.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Productividad**

##### **1.3.1.1. Definición**

Para Ortiz, Coronell, Ortiz, Hamburguer y Orozco, E. (2019) es aquella correspondencia entre los servicios y bienes producidos con los recursos utilizados y el tiempo invertido en la producción de estos. Por otro lado, la productividad a nivel general se entiende como aquella medida del trabajo con respecto a su eficiencia para producir valor económico y actualmente la productividad es un elemento indispensable para establecer el modo de vida de un país, sin embargo, esto depende únicamente de la destreza de las organizaciones ya que son ellas las encargadas de lograr un nivel de productividad óptimo y sostenible (Castro, Rubiano y Padilla, 2017).

Acosta y Delfín (2016) entienden la productividad como: “Un uso más eficaz y eficiente de los recursos de producción aprovechables, lo que admite obtener el mayor número de bienes y servicios posibles a un costo más bajo” (p. 187), usando términos económicos la productividad es aquella medida promedio de la eficiencia del proceso productivo que se ve reflejada en la relación de aquellos ingresos y egresos utilizados (Nemur, 2016).

De la misma manera se define que la productividad es la eficiencia de la utilización de los medios en el proceso productivo y mide la cantidad de bienes (output) se adquieren con un determinado grupo de factores productivos (principalmente trabajo y capital) (Meller, 2019).

Álvarez y Villegas (2019) dan a conocer la definición de productividad a través de su fórmula detallada en la figura 1.

$$\textit{Productividad} = \frac{\textit{Resultados Logrados}}{\textit{Insumos y Recursos Empleados}}$$

**Figura 1.** Fórmula general de la productividad.

Fuente: Álvarez y Villegas (2019).

Finalmente, productividad se define como todo aumento de bienes y servicios producidos sin que esto tenga que ver con el elevado uso de la fuerza de trabajo, capital o cualquier otro medio utilizado para producir (Galindo y Ríos, 2015).

### **1.3.1.2. Importancia de la productividad**

En una organización la importancia de la productividad va de la mano con su rentabilidad, estos dos factores son únicamente consecuencia de la máxima calidad, la cual no solo debe estar presente en los procesos de producción, sino en toda la magnitud a la que lidia la empresa, es decir con todas las partes interesadas (stakeholders) con las que se esté relacionando así como se muestra en la figura 2, sin dejar de lado la responsabilidad social y las conductas éticas ya que son fundamentales para un desarrollo que perdure en el tiempo (Acosta y Delfín, 2016).



**Figura 2.** Stakeholders en la productividad.

Fuente: Acosta y Delfín (2016).

Del mismo modo la productividad tiene gran relevancia para el progreso de los países y su crecimiento económico, pues las empresas competentes día a día generan actividades dirigidas a concretar el sentido de productividad, lo cual permite observar mejoramientos en los procesos de producción así como productos y servicios de calidad así como el aumento de empleos, de esta manera la productividad deberá estar presente en todos los aspectos organizacionales y empresariales de los negocios que se ubican a nivel mundial, además se deben generar indicadores financieros, contables, productivos, tecnológicos y estratégicos que serán los adecuados para darnos a conocer el nivel de productividad que logren las organizaciones. Así mismo para conseguir un óptimo nivel de productividad en las empresas es indispensable lograr la integración eficiente del recurso humano con los recursos físicos y materiales necesarios, esto es de gran importancia para las personas ya que se sumarán esfuerzos internos y externos a ellos para llegar a ser un trabajador competente y así poder satisfacer adecuadamente las necesidades de la población (Acosta y Delfín, 2016).

Porter y Schwab (Como se citó en Galindo y Ríos, 2015) piensan que: "Promover la productividad es sustancial ya que las economías más productivas

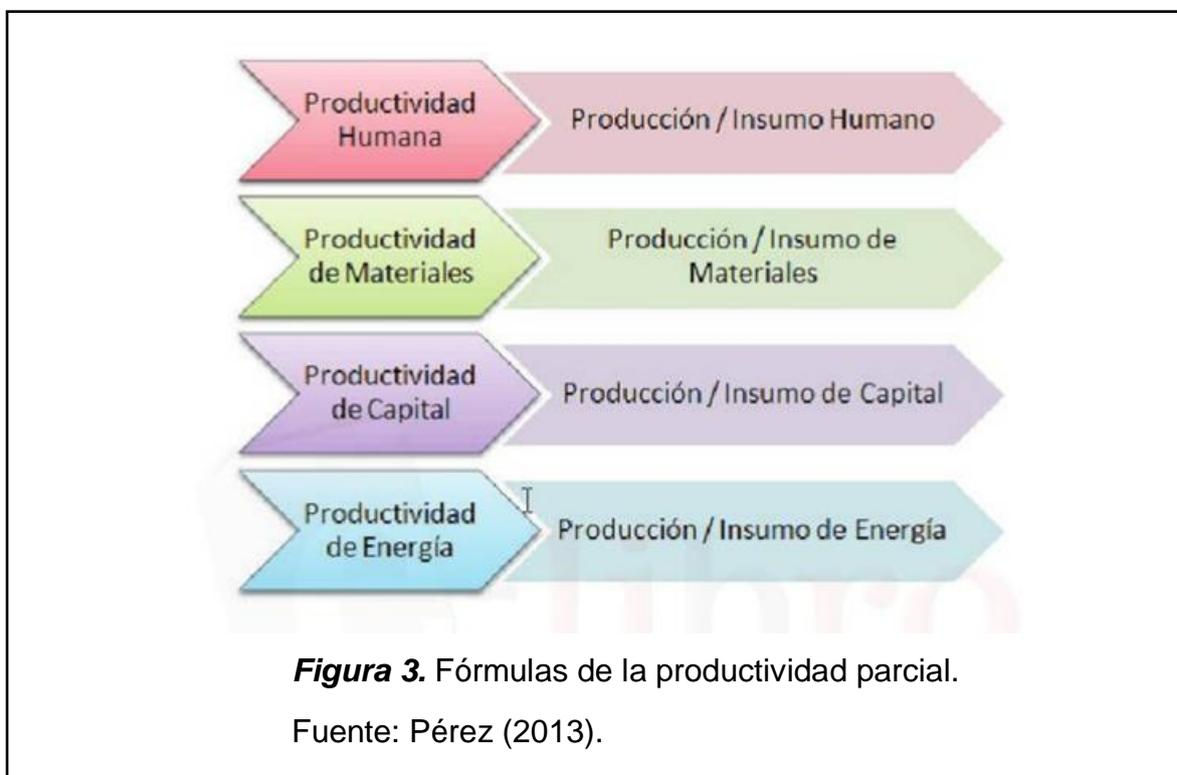
tienden a mantener mayores ingresos per cápita, así como sobresalientes tasas de retorno de las inversiones”. (p. 2)

### 1.3.1.3. Tipos de productividad

Para Pérez (2013) la productividad se puede agrupar de acuerdo a la manera en que la calculemos:

#### a) Productividad Parcial

Se define como el rendimiento de cada insumo que es utilizado para obtener la productividad, la calculamos dividiendo el importe producido y solo un tipo de insumo ya sea humano, material, capital, energía, etc. Lo cual se puede observar en la figura 3 (Pérez, 2013).



#### b) Productividad de factor total

Se calcula dividiendo la producción neta con la adición de los insumos de mano de obra y capital como en la figura 4 (Pérez, 2013).



**Figura 4.** Fórmula de la productividad de factor total.

Fuente: Pérez (2013).

Dónde: producción neta = producción total – servicios y bienes intermedios comprados.

### c) Productividad total

También conocida como productividad global, es el resultado del rendimiento de todos factores utilizados en la producción obtenida. Como se observa en la figura 5 se considera la producción total dividida con la suma de todos los factores de insumo (Pérez, 2013).



**Figura 5.** Fórmula de la productividad total.

Fuente: Pérez (2013).

#### 1.3.1.4. Medición de la productividad

Para hablar de medición de la productividad se hace referencia a la conducta y logros que ha alcanzado una organización y cómo ha utilizados sus

recursos para lograr sus objetivos, en el caso del nivel macroeconómico se mide la productividad de un sector empresarial o de todas las empresas localizadas en el territorio.

Según Campos (Como se citó en Sladogna, 2017) existen dos maneras de medir la productividad:

**a) Por volumen físico**

Haciendo uso de la unidad de medida la cantidad de bienes producidos. Es la que representa el número de unidades físicas producidas (salida) y el número de unidades físicas asociadas al proceso de producción (entradas).

**b) Por valor agregado**

Señala la mercadería transformada en moneda local. Este índice, muy usado por Organismos Internacionales como medida de la productividad comparada entre países, generalmente es criticado por no considerar las transformaciones en los mismos productos de los procesos inflacionarios. Las dos formas tienen límites y potencialidades, que dependen del nivel de análisis que interesa desarrollar. En ambos casos se pueden medir por obrero ocupado o por hora trabajada. (p. 4)

**1.3.1.5. Indicadores de la productividad**

Koontz y Wehrich (Citado en Cuentas, 2017), indican que hay tres criterios generalmente usados en la evaluación del desenvolvimiento de un sistema, tales son:

**a) Eficiencia**

Parte esencial de la administración que muestra la relación entre insumos y productos: Si se consigue más producto con un número dado de insumos, habrá aumentado la eficiencia y si logra alcanzar el mismo producto con un número menor de insumos, también habrá aumentado la eficiencia. (Alava y Valdivieso, 2017, p.22)

## b) Efectividad

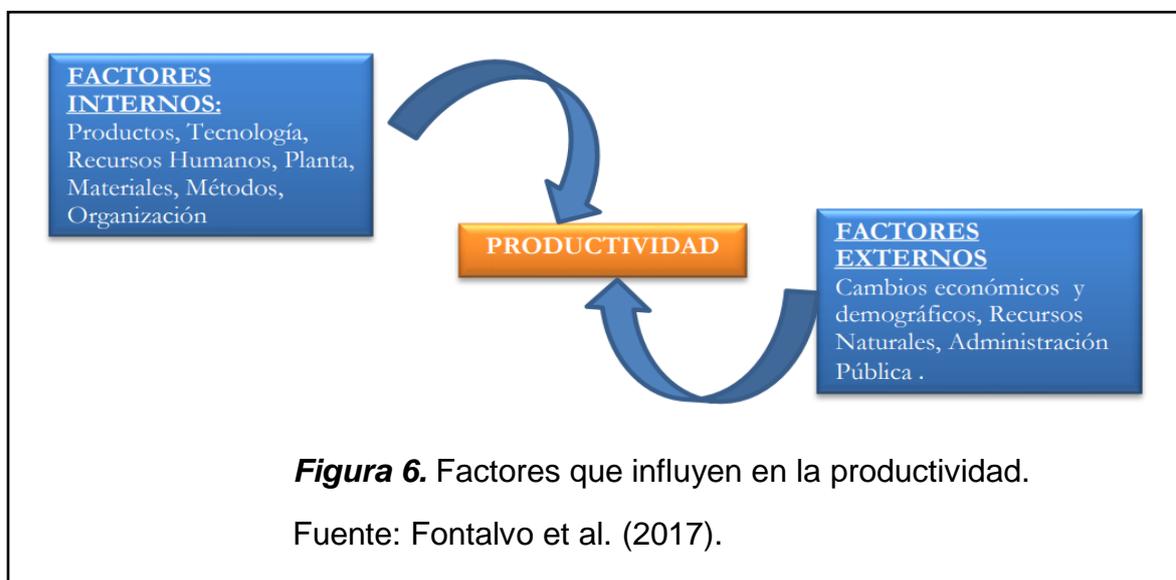
Es el nivel de consecución de los objetivos planeados, concediendo el producto o servicio en el momento oportuno para el cliente. (p. 47)

## c) Eficacia

Se encarga de calcular el logro de realización de los objetivos o metas, los cuales son planteados por la organización, los que varían dependiendo de cada actividad económica. La eficiencia tiene que ver con tener la capacidad de lograr los resultados en base a los objetivos planteados por la organización. (Alava y Valdivieso, 2017, p.22)

### 1.3.1.6. Factores que influyen en la productividad

Los factores que median en la productividad de las organizaciones se dividen en dos, dentro de los cuales tenemos los factores internos que son propios de las empresas y pueden ser controlados por las mismas y los factores externos que son ajenos a las empresas y no pueden ser controlados por estas, todos estos están detallados en la figura 6 (Fontalvo, De la hoz y Granadillo, 2017).



Los factores que median directamente con la productividad de manera interna en una empresa son la tecnología, infraestructura, equipos, maquinaria, capacidad productiva y automatización de procesos, teniendo en cuenta una adecuada selección y uso de los materiales por parte de las empresas. Las formas de trabajo y una apropiada distribución de la empresa permiten la segmentación del trabajo y una mejora en la conexión entre todos los procesos. Por otro lado, de manera externa los cambios estructurales de la sociedad, economía y la disponibilidad de recursos con la que cuenta un país influyen en la productividad de las organizaciones (Fontalvo et al., 2017).

### **1.3.2. Programación de Turnos en teleoperadores**

#### **1.3.2.1. Programación de turnos**

##### **a) Definición**

La programación de turnos es aquella toma de decisiones que realizan la organizaciones con respecto a la asignación de una carga horaria al personal, la cual suele ser muy dinámica o cambiante ya que se presentan problemas muy diferentes a los que se presentan en la asignación de otros recursos, pues esta programación trabaja directamente con el recurso humano lo que lleva a tomar en consideración las habilidades de los empleados, restricciones de horas de trabajo,

o restricciones de unión para trabajos conjuntos, etc. Bruecker, Van den Bergh, Beliën y Demeulemeester (Como se citó en Abanto, C. y Abanto, E. 2018).

Sin considerar el tipo de empresa, todas poseen la necesidad de destinar de manera eficiente sus recursos, principalmente los recursos humanos ya que representan los 2/3 del presupuesto global de una empresa y la calidad de la sistematización del talento humano a veces es criticado a la hora de definir el grado de calidad de la misma. (Meneses, 2017)

## **b) Etapas**

Meneses (2017) da a conocer que la programación de turnos se realiza en tres etapas usuales: Planificación de personal, esquema de los turnos de trabajo y distribución de turnos laborales al personal.

### **Planeación de personal**

El cálculo del número de colaboradores por etapa de tiempo puede variar en precisión con relación a la actividad que desenvuelve la organización, Dorne (Como se citó en Meneses, 2017) con respecto a la demanda dice que se puede conceptualizar en relación a las empresas de servicios como “la cantidad de servicios a ser realizados por la fuerza laboral de una sociedad sobre el horizonte de programación”.

En conclusión, los parámetros que detallan el grado de servicio esperado por una empresa son los siguientes y se enuncian en unidades de tiempo, habilidades o área de aplicación: Requerimiento mínimo de empleados, requerimiento ideal y requerimiento máximo. (Meneses, 2017)

### **Diseño de los turnos de trabajo**

Para Meneses (2017) las estrategias usadas generalmente en las empresas son el diseño de los turnos de trabajo, el cual puede variar dependiendo de las actividades que realiza cada organización y cómo se desempeñan para poder enfrentar la demanda estando acorde con las necesidades de su público. Actualmente es posible considerar en la optimización

como variable el diseño de los turnos (su duración, periodo, etc.) gracias a los instrumentos de simulacro que permiten visualizar el impacto producido por los cambios en cierto turno sobre el sistema. Sin embargo, generalmente las herramientas de programación se orientan en ordenar colaboradores a los turnos ya definidos, ya que efectuar cambios a los turnos tiene una complejidad mayor. Para el diseño de los turnos debemos tener en cuenta al personal, que generalmente está agrupado por la función que cumplen dentro de la organización, los turnos que son aquellos intervalos de tiempo donde los trabajadores desempeñan sus funciones y el horario de trabajo que viene a ser la combinación agregada de los turnos, para ello las variables a considerar para determinar los horarios del personal son: cantidad de horas de trabajo mínimas y máximas así como horas extras de trabajo, tiempos de reposo entre turnos, vacaciones, días libres, afinidad de los turnos con los colaboradores, particularidades individuales, grado de destrezas de los empleados, grado de servicio máximo, mínimo y esperado, a todo lo inicialmente mencionado se le debe agregar aquellos factores internos y externos que presenta la organización.

### **Asignación de turnos de trabajo**

La asignación de turnos de trabajo consiste en fijar medios a los horarios laborales para complacer a la demanda. Este paso puede demorar varias horas si es realizado de manera manual y entre mayor es la capacidad de la asociación, mayor tiempo será utilizado. Además, tanto en sociedades de manufactura como de servicios, la determinación de turnos de colaboradores debe realizarse de la manera más óptima posible, respondiendo al número mínimos de colaboradores asistentes en cierto periodo, disponiendo factiblemente los turnos y considerando las restricciones al momento de repartir turnos creados a los colaboradores; con el fin de alcanzar el objetivo de acrecentar la calidad del servicio, con el mismo número de recursos humanos. Debido al problema de los objetivos, la asignación

de turnos si se realiza manualmente, su calidad es cuestionable. Es esencial recalcar que tanto factores sociales como factores técnicos son importantes al momento de programar los turnos; se tiene que analizar de manera detallada las necesidades y requerimientos que programa la fuerza laboral para efectuar los objetivos de calidad de servicio y eficiencia. (Meneses, 2017)

### **1.3.2.2. Teleoperadores**

#### **a) Definición**

Un teleoperador es la primera línea de comunicación con el público, pues él hace uso de las llamadas telefónicas para entablar comunicación con los posibles clientes, de esta manera informa sobre los servicios que ofrece la organización para la que trabaja y también resuelve alguna duda que el cliente pueda tener. Sin embargo, su labor no solo es importante para vender servicios y/o productos pues ellos son la imagen principal de la organización ya que son los encargados de dar a conocer a su organización haciendo uso de cualidades como empatía, educación, diálogo fluido o cercanía que son determinantes para el desempeño de esta tarea.

#### **b) Call Center de ventas**

Para Labarthe (2018) un Call center es aquel que: “Brinda diversos servicios a sus propios clientes o tercerizados. Sus actividades son diversas y consideran la realización de entrevistas, la venta de productos o servicios y la atención a clientes como sustento después de la venta de los mismos entre otros”. (p. 249), sobre ello Pacheco (2014) menciona que los Call center, son empleados por empresas de servicios, para atender al cliente de acuerdo al tipo de producto, servicio o información que él solicite. El sector de call center actualmente ha ocupado y ocupa más posicionamiento en cualquier tipo de mercado, tan relevante que entre las empresas se convirtió en un rubro sumamente competitivo en el cual las organizaciones quieren sobresalir y ofrecer lo que todo cliente tiene como expectativa y merece recibir que es el valor agregado, ser conocidas por otras empresas por sus acciones que las demás no realizan y por cumplir con los estándares de calidad en el servicio.

### **1.3.2.3. Programación Lineal (PL)**

#### **a) Definición**

Hillier y Liberman (como se citó en Meneses, 2017) definen a la programación lineal como el modelo más utilizado en la Investigación de Operaciones, que se utiliza con mayor frecuencia cuando se trata de optimizar recursos limitados a actividades competentes entre sí, sin embargo, la aplicación de este modelo es multisectorial. El calificativo lineal del presente modelo da a conocer que cada una de las funciones matemáticas expresadas en él tiene que ser lineal, en este caso la expresión programación no debe relacionarse con la expresión computacional ya que en este contexto se refiere a la planificación de acciones para conseguir un óptimo resultado.

Martínez, Vértiz, López, Jiménez y Moncayo (2014) afirman que se usan en la resolución de dificultades donde se anhela maximizar o minimizar una función objetivo (función lineal) de una a más variables, que se encuentra sujeta a determinadas limitaciones. Las restricciones se deben simbolizar como oposiciones o equivalencias de funciones lineales de las variables.

La programación lineal tiene diversas aplicaciones en los sectores industriales, económicos y militares, así como en áreas de mercadotecnia, finanzas, administración de la producción entre otro, todo ello influye en la formación de ingenieros (Martínez et al., 2014).

#### **b) Métodos de solución de PL**

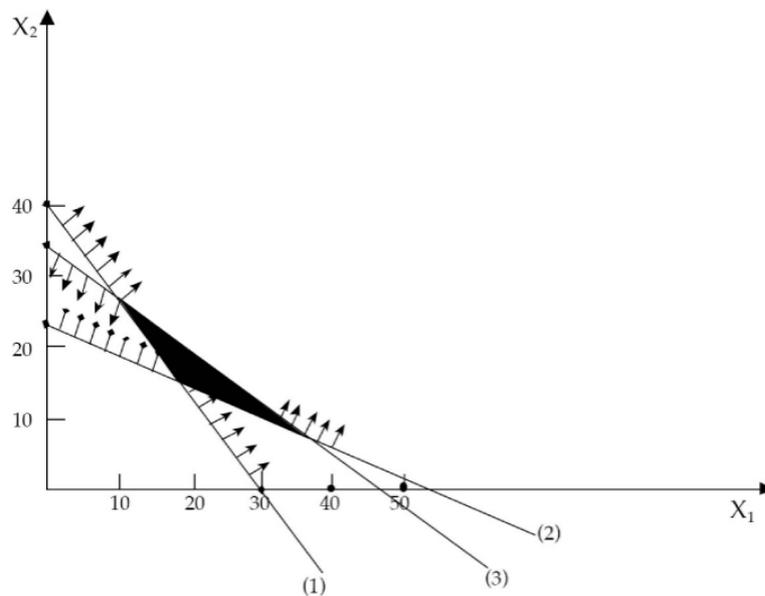
##### **El método simplex**

El método Simplex en 1947 fue desarrollado por George Dantzig, se ha probado su alta eficiencia y actualmente se usa en software de optimización; la naturaleza de su actividad es la resolución de sistemas de ecuaciones algebraicas, sin embargo, sus concepciones fundamentales son geométricas. Ciertas características, así como los pasos a seguir en este modelo están expuestas a continuación:

- El método Simplex analiza solo las soluciones en los vértices, es decir las regiones factibles donde se maximiza de cierta manera la función objetivo.
- Es un algoritmo iterativo que va alternando soluciones factibles en los vértices hasta encontrar la mejor.
- La prueba de optimalidad consiste en verificar que ninguna de las pendientes que salen del vértice-solución sean positivas, si efectivamente ninguna lo es se le puede llamar a esa solución la solución óptima. (Meneses, 2017, p. 36)

### **El método gráfico**

El método gráfico es considerado el principal método de solución de modelos de programación lineal. Sin embargo, está limitado a dos variables de decisión y un finito número de restricciones lineales, considerando las restricciones técnicas. (Martínez et al, 2014, p. 40). El método gráfico es empleado en la mayoría de casos para dar solución a problemas con dos ó hasta 3 variables, y las salidas a un inconveniente de programación lineal están determinada en la región factible. González y García (2015) nos dicen que es: “Un conjunto de puntos  $S$  es un conjunto convexo si el segmento rectilíneo que une cualquier par de puntos de  $S$  se encuentra completamente en  $S$ ”. (p. 89). La región factible entonces es un conjunto convexo (cerrado) de posibles soluciones, en donde las restricciones del problema se intersectan creando un polígono el cual se detalla en la figura 7.



**Figura 7.** Región factible de un modelo matemático.

Fuente: González y García (2015)

El procedimiento para la resolución de un modelo de programación lineal se realiza mediante los siguientes ítems según González y García (2015):

- Establecer la función objetivo (máx. o mín.).
- Establecer las restricciones del sistema ( $\leq$ ,  $\geq$  o  $=$ ).
- Determinar las variables de decisión.
- Convertir las desigualdades en igualdades, reemplazar los signos  $\leq$ ,  $\geq$  por el signo  $=$ .
- Trazar el plano  $X$ ,  $Y$  ( $X$ ,  $Y \geq 0$ ) (primer cuadrante), donde se va a graficar la solución factible.
- Graficar las restricciones convertidas en ecuaciones de línea recta en el plano  $X$ ,  $Y$ , utilizando flechas sobre las líneas rectas para representar la región que debe considerarse como parte del espacio solución.
- Ubicar, mediante la ayuda de las flechas sobre las líneas rectas, el espacio solución o solución factible (área donde todas las restricciones se cumplen). Cada punto dentro debe satisfacer todas las restricciones del problema.
- Escoger como solución óptima el punto que pertenece al espacio de soluciones y que maximiza o minimiza el valor de la función objetivo,

según el caso. (p. 94)

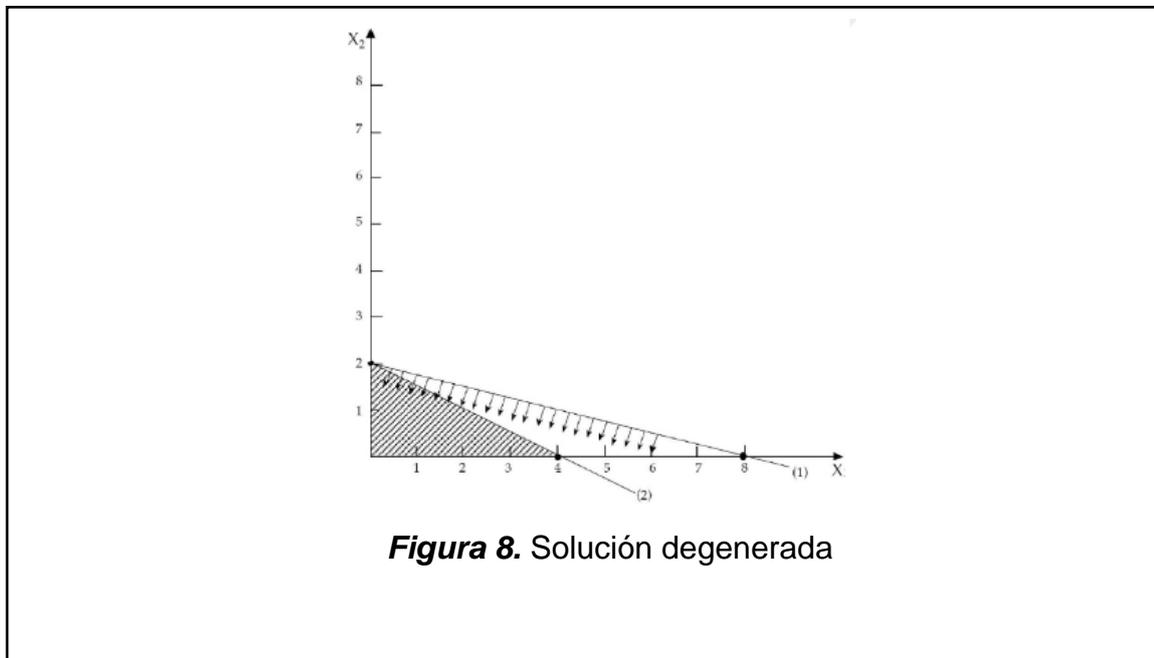
### c) Soluciones factibles básicas

García y Ortega (2012) explican que existen cuatro características de una solución:

- Solución básica: conjunto de valores que cumplen el sistema de ecuaciones  $Ax = b$
- Solución factible: conjunto de valores que cumplen el sistema de ecuaciones  $Ax = b$  (es solución) y cumple que  $x \geq 0$ .
- Solución linealmente independiente: las columnas de la matriz  $A$  correspondientes a las variables con valor no nulo son linealmente independientes.
- Solución linealmente dependiente: las columnas de la matriz  $A$  correspondientes a las variables con valor no nulo son linealmente dependientes. (p. 7)

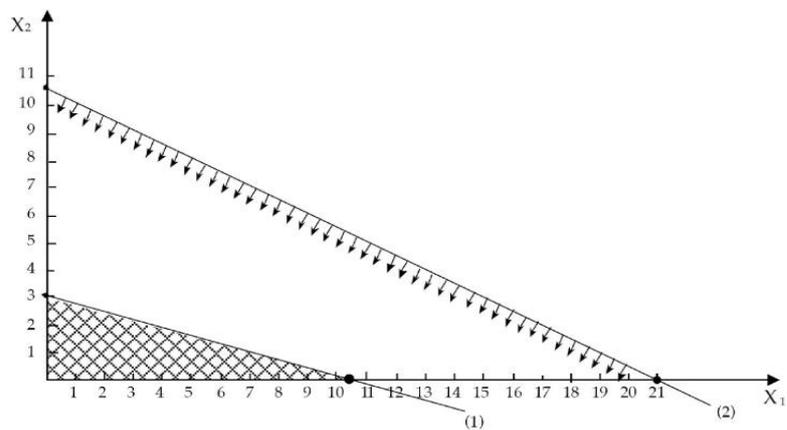
Adicionalmente a estos cuatro tipos de solución existen según González y García (2015) algunas resultantes de casos especiales en el método gráfico:

- Solución degenerada: más restricciones de las necesarias determinan el punto extremo como se muestra en la figura 8.



Fuente: González y García (2015)

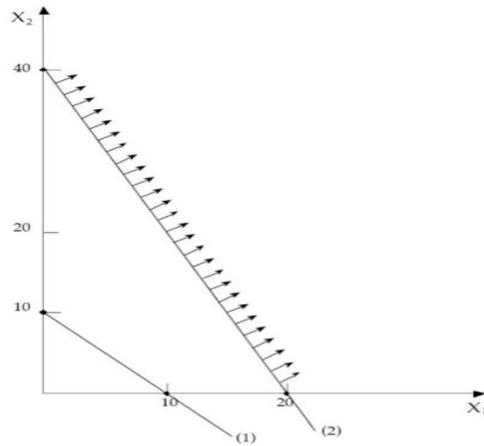
- Solución múltiple: la función objetivo es paralela a una restricción obligatoria, que viene a ser aquella que se satisface en sentido de igualdad por la solución óptima, entonces la función objetivo puede tener el mismo valor óptimo en más de una solución la cual se ve reflejada en la figura 9.



**Figura 9.** Solución múltiple

Fuente: González y García (2015)

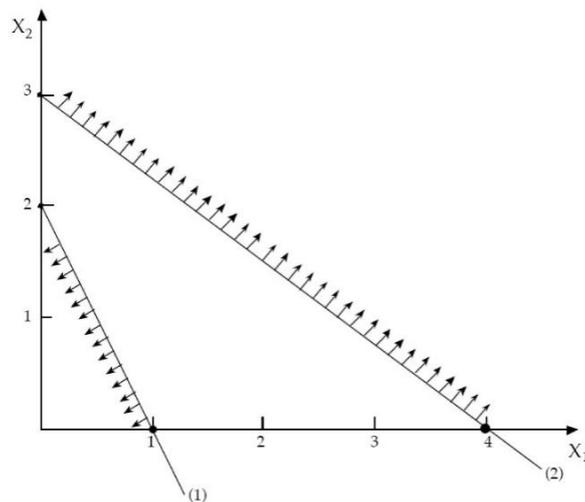
- Solución ilimitada: En la figura 10 se muestra que el espacio de soluciones no está limitado, entonces el valor de la función objetivo puede aumentar indefinidamente.



**Figura 10.** Solución ilimitada

Fuente: González y García (2015)

- Solución no factible: ningún punto satisfacer todas las restricciones, entonces el espacio de soluciones es vacío como en la figura 11.



**Figura 11.** Solución no factible

Fuente: González y García (2015)

#### d) Análisis de dualidad y sensibilidad

## Relación primal-dual

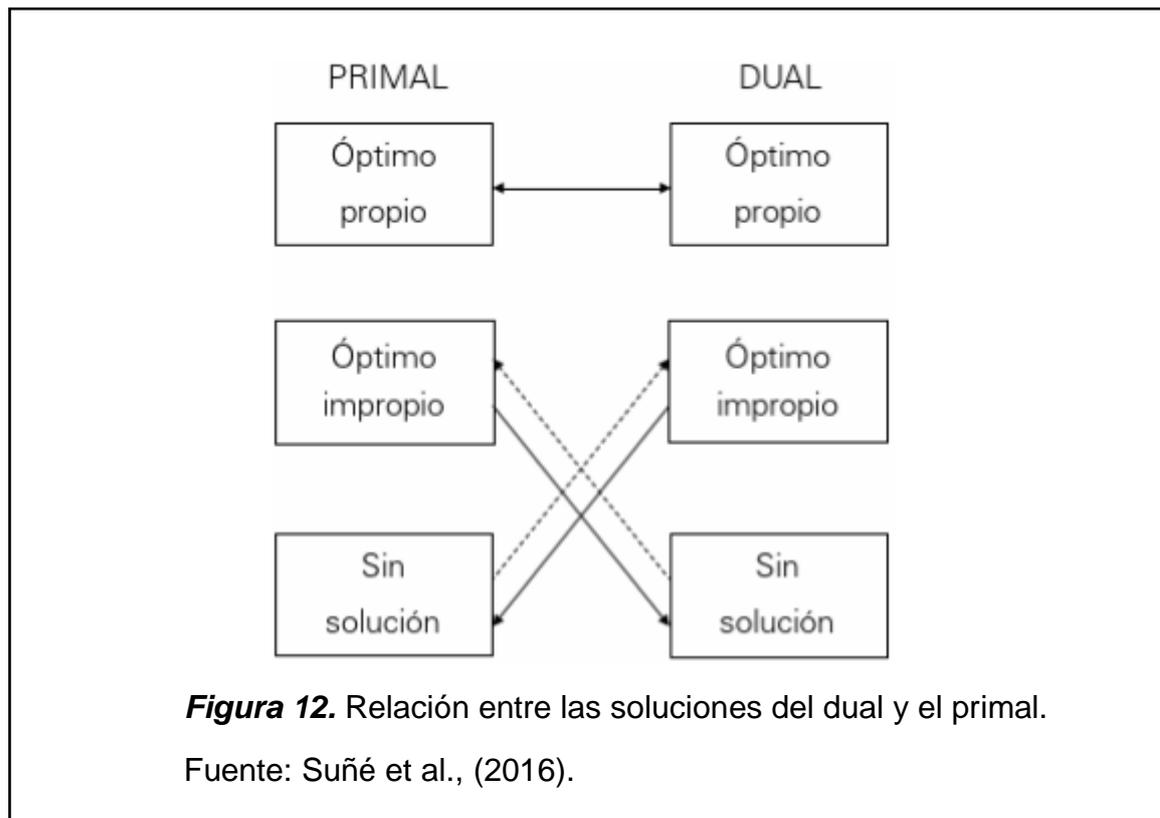
Se llama dualidad al proceso de convertir un problema en otro, esto se hace por que puede que, al transformar un problema inicial en otro, este quede con menos restricciones y por consiguiente sea más sencilla su solución. (Guerrero S., 2009).

Kong (2010) menciona que: “A cada problema de programación lineal de maximización (o de minimización) se le asocia un problema de programación de minimización (o de maximización), al que se denomina problema dual, y al problema original se le llama primal”. (p. 95). Entonces debido a que se resuelve el mismo problema, existe a toda solución del primal una solución dual y viceversa.

Guerrero S. (2009): “La definición económica de las variables duales se relaciona con analizar qué pasa con una solución óptima dado un cambio muy ligero (unitario) en la disponibilidad de recursos, ya sea aumentando o disminuyendo”. (p. 233)

Suñé et al., (2016) acerca de la relación entre las soluciones del primal y del dual explican que existen algunas propiedades como se muestra en la figura 12.

- Si el primal tiene solución óptima acotada  $x^*$ , el dual también tendrá solución óptima acotada  $u^*$ . Ambas soluciones darán el mismo valor de la función objetivo:  $c' \cdot x^* = b' \cdot u^*$
- Si uno de los dos problemas tiene solución óptima no acotada, el otro no tendrá solución, es decir, la región factible será un conjunto vacío.
- Si uno de los dos problemas no tiene solución, el otro puede tener una solución óptima no acotada, o no tener solución tampoco. (p. 75)



### **Análisis de sensibilidad**

Que sucede ante cambios en la disponibilidad de recursos, es lógico pensar que se tendría que formular nuevamente un modelo matemático para dar la nueva solución óptima.

Sin embargo, en la programación lineal existe lo que se llama análisis de sensibilidad. Guerrero S. (2009) nos dice: “Todo varía con el transcurrir del tiempo; los sueldos incrementan (el poder comprable del dinero disminuye), los precios de las materias primas suben (es posible que caigan), la accesibilidad de los recursos puede cambiar, las personas envejecen y les salen canas.” (p. 251). Entonces ante cambios imprevistos o no, para no diseñar nuevamente un modelo matemático y ahorrar tiempo, podemos partir del modelo inicial y hacer un análisis de sensibilidad para calcular una nueva solución óptima. Guerrero S. (2009) sobre los potenciales cambios que puede evaluar el análisis de sensibilidad son:

- Cambio en precios, utilidades o costos unitarios.
- Cambio en la asignación unitaria de recursos.
- Adición de nuevas restricciones.
- Adición de nuevos productos o actividades. (p. 251)

Suñé et al. (2016) Mencionan que cuando no exista certeza dominante entre los resultados que se asignaron a los coeficientes de las limitaciones o de la función objetivo, es aquí donde el análisis de sensibilidad resulta una herramienta relativamente importante, debido a que la herramienta consiste en analizar cómo afecta a la solución óptima y al valor de la función objetivo los cambios en los coeficientes de las restricciones o función objetivo.

#### **1.3.2.4. Programación Lineal Entera**

##### **a) Definición**

Cuando queremos abordar un problema de optimización, en el cual los valores de todas variables sólo toman sentido si son enteros, entonces se estaría ante un inconveniente de programación lineal entera. Del mismo modo el diseño del modelo matemático para el problema es el idéntico al de programación lineal con la única diferencia que se añade la limitación de que las variables deben tener valores enteros. (Novo, Díaz, y Perán, 2013) Aquella característica lo hace diferente a la programación lineal.

La clasificación de la programación entera puede estar definida en cuanto a sus características que requiera el modelo matemático, entre las que se pueden clasificar para Novo et al. (2013) tenemos:

- Programación lineal entera (pura): todas las variables del problema deben tomar valores enteros.
- Programación lineal entera mixta: al menos una variable debe tomar valor entero.
- Programación lineal entera binaria: todas las variables tomen valores de cero o uno, es decir, se requiere un determinado número de decisiones con dos posibles resultados y que deben ser mutuamente excluyentes. Para esto las decisiones pueden ser representadas matemáticamente con una variable que tome dos posibles valores “cero” ó “uno”, de modo que si la variable de decisión toma valor “uno” si esta decisión es si y “cero” si es no, o viceversa.

Existe también lo que se llama programación entera binaria mixta, y es utilizado para resolver problemas en los que se requiere que solo algunas de las variables tomen valores de cero o uno (Martínez et al., 2014).

### **b) Uso de variables binarias y auxiliares en PLE**

El uso de variables binarias en un modelo matemático, sea de programación lineal, entera o mixta, resulta ser ventajoso, debido a que pueden reducir problemas complejos a unos más sencillos, esto añadiendo variables binarias auxiliares que modifican el problema inicial (Novo et al., 2013).

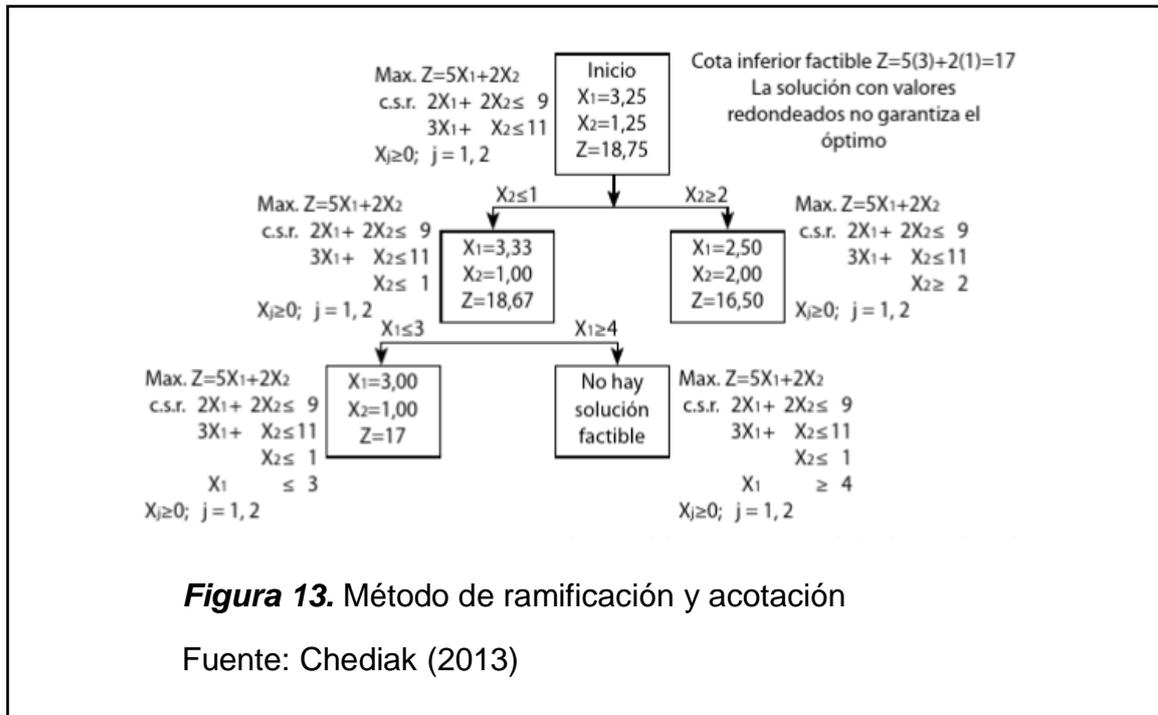
### **c) Métodos de solución de PLE**

#### **Método de ramificación y acotación (branch and bound)**

Para determinar una solución entera, primero se debe resolver el modelo por el método simplex, en cual nos dará una solución óptima no factible, esto porque las variables deben ser enteras, esta solución es el punto de inicio del método de ramificación y acotamiento (Gallagher y Watson, 1982). También puede ser utilizado el método gráfico para determinar la solución inicial no factible. La solución óptima no factible se divide en dos subproblemas (ramas), y si cada subproblema es no posible de solucionarse se da por concluido; si existe una solución entera, mejor que cualquier solución entera conocida es una posible a solución; si existe una solución fraccionaria, mejor que la solución entera conocida más adecuada, el problema se fracciona en dos; si la solución encontrada es peor que la mejor solución entera conocida; no se investiga más (Martínez et al., 2014). El algoritmo del método branch and bound según Chediak (2013) interactúa mediante cinco pasos como se observa en la figura 13:

1. Encontrar la solución mediante el Método Simplex. Si la solución no es entera, se continúa con el segundo punto.
2. Comienza con la solución óptima del simplex en donde se ignoran las restricciones de variables enteras.
3. Se selecciona una variable con valor no cero y se crean dos ramas mutuamente excluyentes, esto da lugar a dos (2) nuevos problemas de Programación Lineal; que se deben resolver.

4. Si ninguna solución es entera, con la rama de mayor valor de Z, se crean nuevas ramas y se resuelven nuevos problemas por programación lineal (Método Simplex).
5. Se repite el punto 4), Hasta encontrar la solución entera óptima. (p. 235)



**Figura 13.** Método de ramificación y acotación

Fuente: Chediak (2013)

### Método de planos cortantes

Para determinar un resultado por el método de planos cortantes, en primer lugar, se debe relajar el problema, y resolverlo como un problema lineal, y obtener una solución óptima inicial. Si la solución inicial es infactible, la solución entera también lo será, si la solución inicial es entera, y cumple las condiciones de integralidad, entonces será el óptimo al problema. En caso contrario, se identifica aquellas desigualdades lineales que no cumplan con la solución (fraccionaria) inicial y que además sean válidas para los puntos enteros factibles, es decir aquellas desigualdades que separan la solución inicial de la región factible. El éxito del algoritmo del método depende en gran medida de la posibilidad y la eficiencia de encontrar planos de corte (estas desigualdades) que puedan ser

agregadas a la formulación para separar las soluciones fraccionarias (Zabala, 2006).

#### **1.4. Formulación del problema**

¿Se incrementará la productividad de en un Call Center de ventas a España con la optimización de la programación de turnos en teleoperadores?

#### **1.5. Justificación e importancia del estudio**

Una de las primordiales inquietudes de las organizaciones es la programación de turnos del personal, pues es uno de los primordiales medios que determinan la productividad. En el caso de un Call Center esta programación se relaciona directamente con los teleoperadores, ya que son ellos la principal herramienta para que este rubro de trabajo sea sostenible. Sin embargo, la mayoría de teleoperadores cuentan con una característica en común que es la de ser estudiantes con horarios pocos flexibles lo cual es una dificultad al asignarles su carga horaria laboral.

A todo ello se le suma la diferencia horaria de 7 a 6 horas que existe refiriéndose a la venta de servicios de telecomunicaciones al público español, a quienes generalmente están dirigidos los países latinoamericanos como Perú, pues este rubro de trabajo posee cierta rentabilidad, ya que la bonificación o utilidad generada para un call center es en euros.

Sin embargo, la mayoría de investigaciones que buscan aumentar la productividad lo hacen a través de diferentes estrategias dejando de lado una herramienta importante para un ingeniero industrial como la programación lineal, frente a esta situación se plantea la aplicación de ella, por parte de los Call Center en la asignación de turnos de sus teleoperadores.

De esta manera los ayuda a resolver el problema de la programación de horarios, a través de un modelo matemático que puede determinar la asignación

horaria de los teleoperadores, sin importar la cantidad de restricciones que se puedan encontrar para ello, ya que se pueden utilizar distintos tipos de algoritmos para determinar la función objetivo, logrando así beneficiar a dichas empresas dedicadas al rubro de ventas al público español, del mismo modo se ve beneficiado el recurso humano logrando satisfacer sus perspectivas laborales ya que le permitirá cumplir con sus funciones dentro del Call Center de manera óptima y también podrá realizar sus actividades cotidianas sin afectar su trabajo o viceversa.

Socialmente, la presente investigación permitirá que los Call Center cumplan con las expectativas que tienen los clientes, como el trato cordial por parte de los teleoperadores y la disposición de los mismos para resolver sus dudas.

Económicamente, una correcta programación de turnos en los teleoperadores permitirá una mayor demanda de trabajo en este rubro, ya que genera mayor cantidad de empleo para personas que desean trabajar, pero tienen dificultades horarias. De esta manera se presenta un beneficio mutuo tanto para los teleoperadores por lo ya mencionado y para las empresas ya que tendría más competitividad y demanda de trabajadores.

Académicamente, el tema presentado incentiva el uso de este método como solución para distintos problemas relacionadas a la ingeniería o cualquier tipo de problema que puede ser modelado matemáticamente, los cuales se pueden encontrar en una organización o empresa, para ser utilizado en futuras investigaciones y como antecedente de las mismas.

## **1.6. Hipótesis**

La optimización de la programación de turnos en teleoperadores incrementa la productividad en un Call Center de ventas a España.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general**

Diseñar un modelo matemático de optimización de la programación de turnos para incrementar la productividad en un Call Center de ventas a España.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

- a) Realizar un diagnóstico de la situación actual de la asignación de turnos en un Call Center de ventas a España.
- b) Determinar las restricciones del sistema productivo.
- c) Determinar las variables de decisión del modelo matemático.
- d) Diseñar y proponer un modelo matemático de programación lineal.
- e) Determinar y evaluar el desempeño del modelo matemático.
- f) Calcular el beneficio costo de la propuesta.

## **II. MATERIAL Y MÉTODO**

### **2.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **2.1.1. Tipo de investigación**

La presente investigación se realizó con un enfoque cuantitativo debido a que fue secuencial y probatoria, ya que se obtuvieron como resultados datos e indicadores numéricos en los cuales se observaron fenómenos objetivos y concretos de la realidad. Así mismo se dio uso del método de recolección de datos cuantitativos Open Solver de Excel, para el análisis deductivo de la información mediante la estadística.

Con respecto a su aplicación fue de tipo descriptiva ya que se describieron hechos y fenómenos como se presentan en la realidad. Por otro lado, de acuerdo a su propósito fue de tipo aplicada porque la investigación tuvo como base las teorías, conocimientos y bibliografía, existentes en libros, revistas, tesis, periódicos y repositorios digitales. Y del mismo modo se aplicaron las enseñanzas y conocimientos adquiridos durante la formación universitaria para el correcto desarrollo de la investigación.

Además, según los medios para conseguir los datos fue de tipo documental ya que se obtuvo la información a partir de libros, revistas, tesis, entre otras para el desarrollo de la investigación. Por último, según el nivel de conocimiento fue de tipo exploratoria ya que se consultaron libros, revistas, periódicos, entre otros.

#### **2.1.2. Diseño de investigación**

El diseño de la presente investigación fue de tipo no experimental (Ex-pos-facto) dado que no se manipularon las variables de estudio porque solo se observaron tal y como se desarrollaban los hechos en su contexto natural para su posterior análisis. Además de tipo no experimental, por conveniencia ya que la información fue recogida a conveniencia y facilidad de los investigadores. Del mismo modo el diseño fue de tipo transversal porque la información se recogió en un determinado tiempo.

## **2.2. Variables, Operacionalización**

### **2.2.1. Variables**

Las variables identificadas en la investigación fueron las siguientes:

- a) Variable independiente: Programación de turnos
- b) Variable dependiente: Productividad

### **2.2.2. Operacionalización**

**Tabla 1***Operacionalización de la variable independiente*

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica de recolección de datos</b>	<b>Instrumento de recolección de datos</b>
Variable independiente "Programación de turnos"	Función objetivo	Número de turnos programados y asignados	Entrevista, análisis de documentos	Guía de entrevista, hoja de apuntes, registros, MS Word, MS Excel
	Variables de decisión	Cantidad de turnos		
	Restricciones del sistema	Disponibilidad de recursos (personas, equipos, horas laborales)		

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 2***Operacionalización de la variable dependiente*

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica de recolección de datos</b>	<b>Instrumento de recolección de datos</b>
Variable dependiente "Productividad"	Costos de personal <hr/> Costos de elaboración de turnos	Cantidad de teleoperadores asignados por día y turno  Tiempo de elaboración de turnos y horarios	Entrevista, análisis de documentos	Guía de entrevista, hoja de apuntes, registros, MS Word, MS Excel

Fuente: Elaboración Propia

## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población**

Para la presente investigación, la población estuvo conformada por los procesos y recursos (económicos, financieros, tecnológicos, humanos y materiales) de una organización de Chiclayo, cuya actividad principal son la venta de servicios de telecomunicaciones (Call Center) a España.

### **2.3.2. Muestra**

La muestra fue de tipo no probabilístico, la cual estuvo conformada por los procesos y recursos (humanos y tecnológicos) en el área de ventas de servicios de telecomunicaciones (Call Center) a España de una organización de Chiclayo.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnicas de recolección de información**

En el presente estudio de investigación se utilizaron las siguientes técnicas de recolección de información.

Entrevista, se realizó una entrevista de tipo estructurada, ya que las preguntas fueron definidas previamente, limitándose a obtener información relevante para la investigación, las interrogantes fueron efectuadas por los investigadores (entrevistadores) a un conocedor o trabajador (entrevistado) del sector de Call Center de ventas a España.

Análisis documentario, el cual consiste en analizar la información de la organización, se realizaron con el fin de obtener información histórica de las llamadas telefónicas realizadas mensualmente, del tiempo que existe entre llamada y llamada, así como el registro de conexión de los teleoperadores, tiempos muertos, horas pico de llamadas, cantidad de ventas y así poder contrastar la información de la entrevista, información valiosa para el diseño del modelo matemático.

#### **2.4.2. Instrumentos de recolección de información**

Se utilizaron los siguientes instrumentos de recolección de información.

Guía de entrevista, este instrumento fue elaborado por los autores donde se tuvo a disposición con las interrogantes que se le realizaron al entrevistado.

Registros, se utilizaron para detallar y analizar adecuadamente la información esencial (datos históricos) para el correcto desarrollo de la investigación.

Hoja de apuntes, fue manejada con el fin de anotar actividades adicionales importantes durante el estudio.

#### **2.4.3. Validez y confiabilidad**

Previa aplicación de los instrumentos, se buscó la asesoría de personas en condición de expertos en el tema de estudio de la presente investigación, para ejecutar la validación de los mismos, quienes se encargaron de dar su aprobación y hacer algunas correcciones para la mejora y aplicación correspondiente. Los instrumentos fueron validados por un ingeniero industrial y por un magister en matemática, ambos conocedores del tema, esto permitirá que a través de los instrumentos se pueda obtener información veraz logrando medir de manera real las variables en estudio.

La confiabilidad del instrumento que fue usado en la recolección de datos permitió conocer el nivel de exactitud y consistencia de los resultados obtenidos al ser aplicado en una realidad parecida a la estudiada.

## 2.5. Procedimiento de análisis de datos

Para el diseño del modelo matemático de la programación de turnos se realizaron los siguientes procedimientos de recolección de datos:

- a) Contactar a dos supervisores de Call Centers dedicados al rubro de ventas a España, para que se pueda facilitar la información estadística necesaria.
- b) Mantener un contacto frecuente con ambos supervisores ya que se necesitan datos mensuales para facilitar el desarrollo del modelo matemático.
- c) Validación del instrumento de recolección de datos.
- d) Recolectar datos e información necesarios mediante el instrumento.
- e) Analizar e interpretar la información recolectada para el desarrollo del modelo matemático.

## 2.6. Criterios éticos

Para el diseño del modelo matemático de programación de turnos fue necesario obtener información y datos de empresas que trabajen en el rubro de Call Center de ventas a España, para ellos se toma en cuenta los siguientes criterios éticos los cuales acreditan la moral con la que se desarrolló esta investigación:

**Confidencialidad:** Los investigadores se comprometieron a garantizar la confidencialidad de los datos e información obtenida de los Calls Centers.

**Originalidad:** Para el desarrollo del presente trabajo los investigadores eligieron un tema poco estudiado, lo cual permitió dar a conocer novedosos conocimientos para las organizaciones como los Calls Centers.

**Consentimiento informado:** Los investigadores conocen sus derechos y responsabilidades, así como los de la población en estudio, en este caso se les pedirá la autorización correspondiente a cada entrevistado para poder aplicar el instrumento.

**Veracidad:** La información y datos obtenidos para el desarrollo de esta investigación son verdaderos y adquiridos de fuentes confiables sin ser alterados por los investigadores.

## 2.7. Criterios de Rigor Científico

La presente investigación de tipo cuantitativo se desarrolló siguiendo los siguientes criterios de rigor científico.

**Credibilidad:** Los supervisores de los dos Call Centers ofrecieron información y datos indispensables para el diseño del modelo matemático, y mediante este criterio se expone que no se modificó ningún dato obtenido.

**Confiabilidad:** Particularmente se necesitaron datos confiables para la elaboración del modelo matemático y este criterio nos permitió presentar consistencia en los resultados que se van a obtener.

**Validez:** Los instrumentos de recolección de datos fueron validados por expertos, para su aplicación en el presente trabajo, dando validez a la investigación.

**Aplicabilidad:** El modelo matemático que se diseñó, podría ser aplicado a distintos Call Centers que se dediquen al rubro de ventas.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Diagnóstico de la empresa

##### 3.1.1. Información general

El rubro de Call Center de ventas a España es un sector nuevo en el Perú, que en los últimos 10 años está ofreciendo buenos resultados económicos en las regiones de Lima, Arequipa, La Libertad y Lambayeque, siendo estas regiones las únicas del país que ofrecen este servicio.

Las empresas de Telecomunicaciones de España como: Movistar, Vodafone, Jazztel, Orange, Más móvil, entre otras, tercerizan a empresas de países latinos la venta de servicios de telefonía, internet, móvil, televisión y servicios a fines, debido a que el público español posee un carácter férreo, lo cual no les permite aceptar una venta. Sin embargo; la calidez, empatía y facilidad de palabra de un latino hace que una venta por vía telefónica sea más fácil de concretar.

Dichas empresas realizan el pago en relación a la cantidad de ventas, siendo el ingreso por cada una de ellas entre 80 a 250 euros de acuerdo al paquete que el cliente español contrate. Este ingreso resulta beneficioso para las empresas peruanas ya que generalmente el cambio de euros a soles triplica su valor generando altos ingresos según la productividad o cantidad de ventas.

Para el desarrollo de las ventas a España se necesita de recursos humanos, tecnológicos y de infraestructura, los cuales están detallados en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Recursos humanos, tecnológicos y de infraestructura para un Call center de ventas a España.*

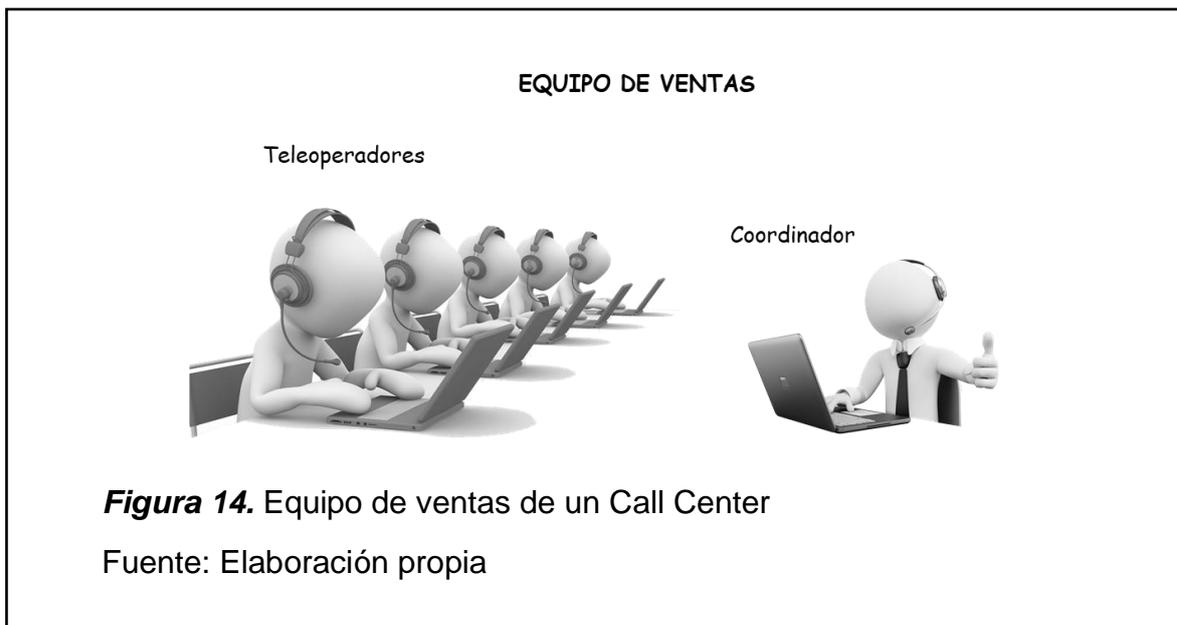
<b>Recursos</b>
<b>Humanos</b>
Teleoperadores, coordinadores y trabajadores a fines
Capacitadores y formadores
Especialistas en informática y computación
Personal encargado del área de Recursos Humanos
Personal encargado del área de Contabilidad
Personal encargado del área de Administración
Personal de limpieza y vigilancia
<b>Tecnológicos</b>
Computadoras y/o Laptops
Audífonos con micrófono
Internet
Base de datos de clientes
Sistema de ventas Perú-España
Sistema de llamadas por internet
<b>De infraestructura</b>
Local
Mobiliario adecuado

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.1.1. Recursos humanos

#### a) Teleoperadores, coordinadores y trabajadores a fines

En un Call Center, el área de ventas la conforman cierta cantidad de equipos; los cuales están estructurados por coordinadores, quienes tienen bajo su responsabilidad a teleoperadores, que son los encargados de comunicarse con los clientes mediante un sistema de llamadas, convirtiéndose así en la imagen de la empresa.



#### b) Capacitadores y formadores

Los capacitadores y formadores son los responsables de orientar y ofrecer los conocimientos necesarios a los nuevos o actuales teleoperadores de un Call Center con la finalidad de mejorar la productividad de la empresa.

#### c) Especialistas en informática y computación

Así como es necesario el trabajo en equipo de teleoperadores, coordinadores, capacitadores y formadores para producir correctamente en la empresa, también es importante una adecuada selección de la base de datos a

utilizar para las llamadas que apoyan dicho fin, para ello se necesita la labor de especialistas en informática y computación, encargándose también del mantenimiento de los recursos tecnológicos con los que cuenta la empresa.

#### **d) Personal encargado del área de Recursos Humanos**

El personal encargado del área de Recursos Humanos de un Call Center, representa a la empresa ante entidades como: ESSALUD, AFP, ONP, entre otras; de la misma manera realiza los contratos del personal, administra los seguros de los trabajadores y hace cumplir los lineamientos establecidos en el Reglamento Interno de la empresa.

#### **e) Personal encargado del área de Contabilidad**

En esta área el personal asignado lleva el control y supervisión de los cobros a la empresa dueña de los servicios de telecomunicaciones en España, así como el pago de la planilla de los colaboradores en general y el presupuesto del proyecto de la empresa para que logre sus objetivos a corto y largo plazo.

#### **f) Personal encargado del área de Administración**

Son los encargados de realizar gestiones asociadas a la compra y venta de recursos necesarios para el funcionamiento de la empresa, además son quienes tienen relación directa con las empresas de telecomunicaciones de España. En la mayoría de los casos esta área la conforman los dueños o responsables de la empresa (Call Center).

#### **g) Personal de limpieza y vigilancia**

El personal de limpieza, tiene la función de mantener ordenados y aseados los ambientes laborales e infraestructura del Call Center. Por otro lado, el área de vigilancia cumple el rol de controlar la identificación de quienes acceden a la empresa y hacer respetar los horarios de los colaboradores en general.

### **3.1.1.2. Recursos tecnológicos**

Las principales herramientas de trabajo para un Call Center están en los recursos tecnológicos, lo cual se clasifican de la siguiente manera.

#### **a) Recursos tecnológicos tangibles**

- Computadoras y/o laptops, que son el medio principal para acceder a base de datos, sistema de llamadas y ventas.
- Audífonos con micrófonos conocidos también como cascos, usados para poder comunicarse directamente con el cliente.

#### **b) Recursos tecnológicos intangibles**

- Internet, se necesita una buena velocidad de la misma para poder desarrollar el proceso de venta.
- Base de datos, juega un papel importante para contactar clientes ya que se debe buscar prefijos telefónicos que cumplan con las características del servicio que se está ofreciendo ya sea portabilidades o alta nueva.
- Sistema de ventas Perú-España, se trata de un sistema que permite insertar los datos de un cliente para que de esta manera se pueda tramitar la orden de portabilidad o alta nueva, es decir la venta.
- Sistema de llamadas por internet, el cual hace posible la comunicación entre los teleoperadores y el cliente español mediante distintos programas que utiliza el Call Center.

### **3.1.1.3. Recursos de infraestructura**

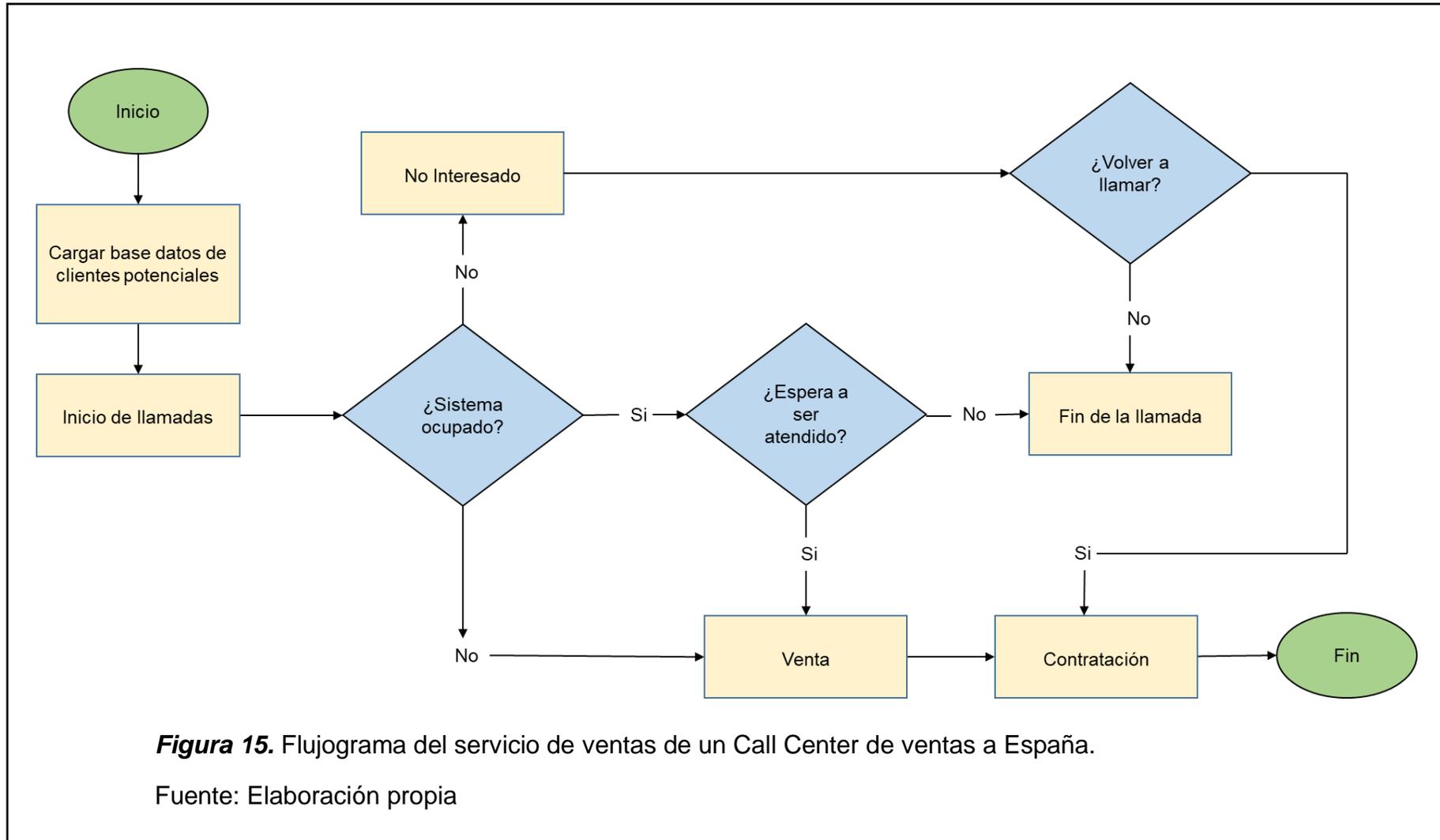
Muy a parte de los recursos tecnológicos, una apropiada infraestructura proporciona comodidad para el desarrollo de las labores en el Call Center, entre ellos tenemos:

- Local, que tenga la capacidad apropiada para la distribución de las áreas del Call Center, como área de reclutamiento, capacitación, informática, ventas, calidad, recursos humanos, contabilidad, administración y servicios higiénicos.
- Mobiliario adecuado, como asientos ergonómicos, muebles para las computadoras y/o laptops, entre otros.

### **3.1.2. Descripción del servicio de ventas a España**

El proceso de ventas de servicios de telefonía, internet, móvil, televisión de un Call Center de ventas a España ubicado en el Perú se realiza de acuerdo a las siguientes operaciones.

Una base de datos de clientes potenciales es cargada a un sistema, el cual realiza las llamadas telefónicas para que sean contestadas por los teleoperadores conectados al mismo, se puede dar el caso que algunas llamadas no logren ser contestadas por la cola que se genera. Una vez lograda la comunicación con el cliente, el teleoperador haciendo uso de sus habilidades puede concretar una venta o no. Siendo este el primer caso, pasa por el área de Calidad la cual se encarga de realizar la contratación por voz y así dar la orden para su próxima instalación de los servicios contratados. Cuando no se realiza la venta, el registro del cliente puede quedar como un agendado siempre y cuando él lo autorice, lo cual le sirve al teleoperador para realizar una nueva llamada y así lograr una venta.



### 3.1.3. Análisis de la problemática

#### 3.1.3.1. Resultados de la aplicación de instrumentos

El instrumento que se aplicó para el diseño del modelo de programación fue la entrevista.

Entrevista al responsable de un Call Center de ventas a España ubicada en el Departamento de Lima.

#### Tabla 4

*Entrevista al responsable de un Call Center de ventas a España - sucursal Lima.*

<b>PREGUNTA / RESULTADO ENTREVISTA</b>	
1. ¿A qué se dedica la empresa?	Se dedica a vender servicios de telecomunicaciones a España bajo la marca de VODAFONE.
2. ¿Cómo asignan los turnos en la empresa?	Los turnos son asignados por el área de Recursos Humanos, la cual estableció solo 2 turnos de Full Time, Turno A y B.
3. ¿La empresa posee alguna herramienta para asignar los turnos?	No, solamente se establecen los turnos según la política que maneja las áreas de recursos humanos y gerencia.
4. ¿Cuáles son los problemas comunes para la programación de los turnos?	Encajar los horarios de los teleoperadores ya que, la gran mayoría son estudiantes. Además de ello existe una diferencia horaria entre Perú y España, con lo que debemos adecuarlos a ello.
5. ¿Cuántos teleoperadores trabajan en la empresa?	Incluyendo los dos turnos son 155 teleoperadores.
6. ¿Cuántas horas trabajan al día y cuáles son los turnos de trabajo?	

De lunes a viernes trabajamos 12 horas al día y nos dividimos en dos turnos, Turno A: de 3 am - 9 am y Turno B: de 9 am - 3 pm. Los sábados trabajamos 8 horas y se divide en Turno A: de 3 am - 7 am y Turno B: de 7 am - 11 am.

---

7. ¿Cuál es la asignación de teleoperadores por cada turno?

Asignamos 70 en el primer turno A y 85 en el turno B.

---

8. ¿Cuál es el horario en el que hay mayor y menor demanda de llamadas?

Generalmente la mayor demanda de llamadas se da en el horario de 6:30 am - 12:30 pm y disminuye entre 3 am a 5 am y también de 1pm a 3pm.

---

9. ¿Cuál es el horario de entrada y salida, sabiendo que trabajan con horario español?

Por lo mismo que trabajamos de acuerdo al público español, hemos adaptado nuestros horarios, para que el turno A trabaje de 3 am a 9 am y el turno B de 9 am a 3 pm.

---

10. ¿Cuántos teleoperadores laboran de manera part y full time, y cuántos días a la semana trabajan?

De acuerdo a las políticas establecida por la empresa solo contamos con el turno full time y son 155 teleoperadores, el cual trabajan de lunes a sábados.

---

11. ¿Cuánto es el aforo del Call Center?

El aforo es de 250 personas

---

12. ¿Cuántos ordenadores disponibles se tiene para laborar?

La empresa posee 250 ordenadores disponibles para los distintas actividades del Call Center.

---

13. ¿Cuántas llamadas se registran por día y por mes?

Se registra por cada ordenador un promedio de 300 llamadas al día y 8000 llamadas al mes aproximadamente.

---

14. ¿Cuántas ventas se puede hacer en un día y al mes, a nivel de toda la empresa?

Aproximadamente se pueden concretar 100 ventas al día y 2100 al mes, según las ofertas comerciales y productividad de los teleoperadores.

---

---

15. ¿Cuáles son los días donde se registran más ventas?

Por lo general se registran más ventas en la última semana de cada mes.

---

16. ¿Cuál es el horario donde se registra más contactabilidad de llamadas y ventas?

Generalmente en el horario de 7 am a 12 pm, pero depende únicamente de la disponibilidad y el tiempo del cliente ya que se pueden concretar ventas en distintos horarios.

---

17. ¿Cuántas ventas al mes puede hacer un teleoperador como máximo y como mínimo?

Un teleoperador puede concretar entre 8 a 16 ventas al mes, según su productividad.

---

18. ¿Con que indicadores de desempeño tienen para los teleoperadores?

La empresa califica a los teleoperadores con el indicador de calidad y satisfacción del cliente. Mediante una llamada de calidad se califica al teleoperador en una escala del 1 al 10.

---

Fuente: Elaboración propia

La siguiente entrevista se aplicó en un Call Center de ventas a España ubicada en la ciudad de Chiclayo.

**Tabla 5**

*Entrevista al responsable de un Call Center de ventas a España- sucursal ciudad de Chiclayo.*

<b>PREGUNTA / RESULTADO ENTREVISTA</b>
1. ¿A qué se dedica la empresa? Somos un Call center de ventas a España, que ofrece servicios a nombre de JAZZTEL.
2. ¿Cómo asignan los turnos en la empresa? La empresa asigna los turnos según la disponibilidad de los teleoperadores, actualmente tenemos 5 turnos (A, B, C, D, E).
3. ¿La empresa posee alguna herramienta para asignar los turnos? No, pero se trata de encajar los turnos de full y part-time tratando de no dejar maquinas libres.
4. ¿Cuáles son los problemas comunes para la programación de los turnos? El principal problema es asignar la cantidad necesaria de teleoperadores para cada turno, ya que en su mayoría eligen part time ya se por motivos personales o de estudio, pero a la empresa le conviene tener una cantidad equilibrada de ambos turnos por el tema de productividad.
5. ¿Cuántos teleoperadores trabajan en la empresa? Son un total de 185 teleoperadores en diferentes turnos.
6. ¿Cuántas horas trabajan al día y cuáles son los turnos de trabajo? Por temas de políticas de España el horario comercial es de 3 am a 3 pm en hora peruana, lo cual hace que se trabaje 12 horas de lunes a sábado. Los turnos se distribuyen de la siguiente forma; part-time A de 3 am a 7 am, part-time B de 7 am a 11 am, part-time C de 11 am a 3 pm, full time D de 3 am a 11 am y full time E de 7 am a 3 pm.
7. ¿Cuál es la asignación de teleoperadores por cada turno? Lo asignamos de la siguiente manera; part-time A 15 personas, part-time B 15 personas, part- time C 15 personas, full time D 70 personas y full time E 70 personas.

---

8. ¿Cuál es el horario en el que hay mayor y menor demanda de llamadas?

Comúnmente la mayor demanda de llamadas se encuentra en el horario de 6:30 am - 12:30 pm. Y el menor flujo de llamadas está entre las 3 am y 5 am, también de 1 pm a 3 pm pero eso no significa que no existan ventas en esos horarios de baja demanda.

---

9. ¿Cuál es el horario de entrada y salida, sabiendo que trabajan con horario español?

Siguiendo las políticas y el horario comercial en España, la hora de entrada y de salida es a las 3 am y 3 pm respectivamente de acuerdo al horario peruano.

---

10. ¿Cuántos teleoperadores laboran de manera part y full time, y cuántos días a la semana trabajan?

Tenemos un total de 45 teleoperadores part-time y 140 en el turno de full time, todos trabajan de lunes a sábado.

---

11. ¿Cuánto es el aforo del Call Center?

El aforo para las instalaciones del Call Center es de 300 personas.

---

12. ¿Cuántos ordenadores disponibles se tiene para laborar?

Hay un total de 300 ordenadores disponibles para todas las áreas del Call Center.

---

13. ¿Cuántas llamadas se registran por día y por mes?

Según nuestra base de datos en un ordenador que trabaja 12 horas, en un día se registran hasta 310 llamadas y al mes en el mismo ordenador se registran 8100 llamadas aproximadamente.

---

14. ¿Cuántas ventas se puede hacer en un día y al mes, a nivel de toda la empresa?

Entre todos los equipos aproximadamente se pueden realizar 110 ventas al día y 2200 ventas al mes.

---

15. ¿Cuáles son los días donde se registran más ventas?

En la última semana de cada mes es donde el cliente español suele cambiarse de compañía ya que en esos días caducan las ofertas comerciales.

---

---

16. ¿Cuál es el horario donde se registra más contactibilidad de llamadas y ventas?

En el horario de 7 am a 12 pm

---

17. ¿Cuántas ventas al mes puede hacer un teleoperador como máximo y como mínimo?

Un teleoperador part-time realiza un mínimo de 4 ventas y un máximo de 8 ventas y en el caso de full time un mínimo de 8 ventas y un máximo de 12 ventas.

---

18. ¿Qué indicadores de desempeño tienen para los teleoperadores?

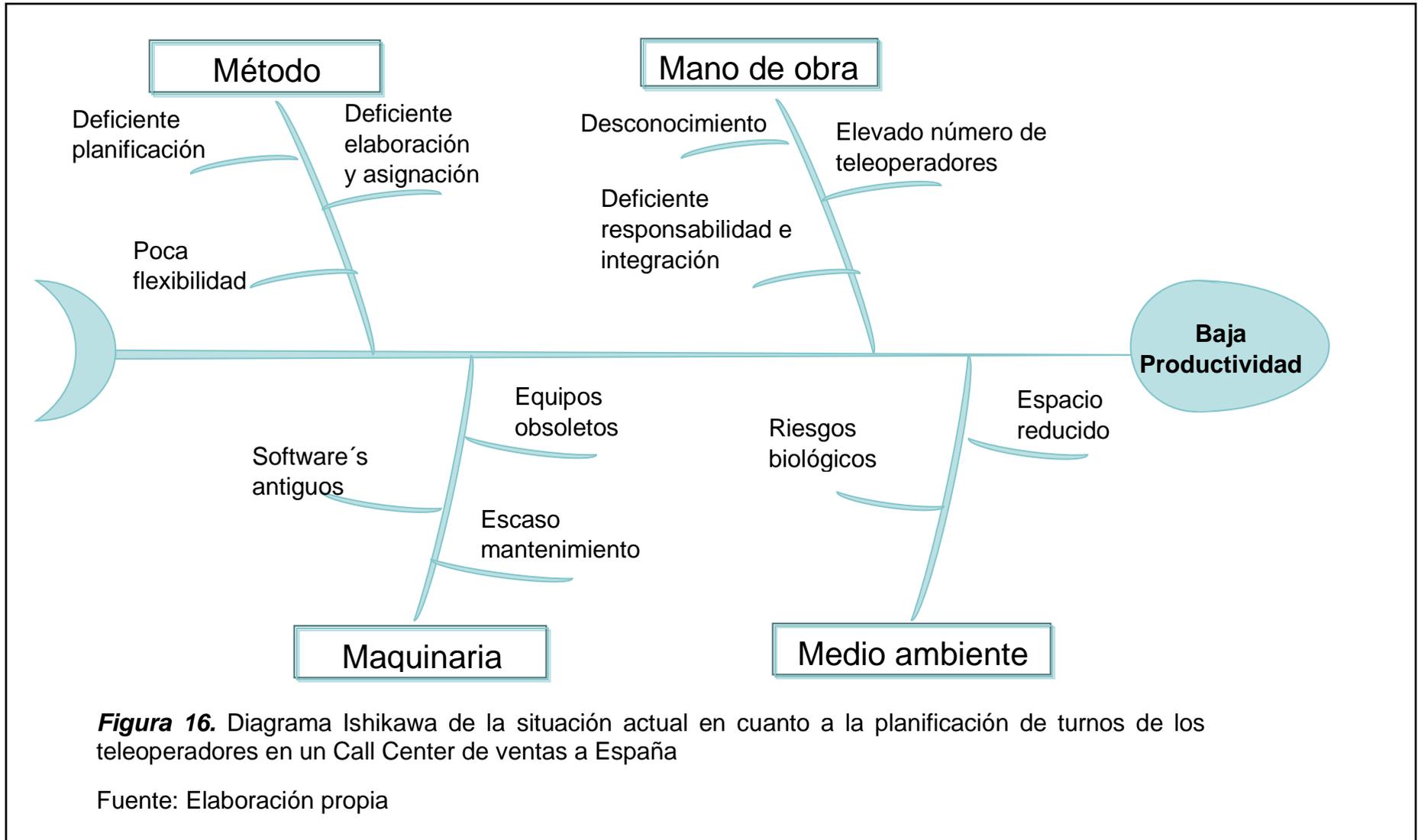
El departamento de calidad evalúa a los teleoperadores según la calificación que el cliente le proporcione, en una escala del 1 al 10, además se evalúa el empeño, esfuerzo, productividad y trabajo en equipo.

---

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.4. Situación actual de la productividad

#### 3.1.3.2. Herramientas de diagnóstico



El diagrama Ishikawa permitió que se establezca la situación actual en cuanto a la planificación de turnos de los teleoperadores, de acuerdo con la información recibida por parte de los colaboradores de un Call Center. A continuación, se indican las causas que conllevan a la baja productividad de la organización.

### **Método**

- Carente planificación de asignación de horarios de trabajo.
- La elaboración y la asignación de turnos no se desarrolla a través de un ordenador.
- No consideran la flexibilidad horaria de los teleoperadores.

### **Maquinaria**

- Equipos de cómputo con bajas especificaciones de software y hardware.
- Carente financiación en nuevos equipos.
- Sencillez de software´s empleados.
- Mantenimiento de los equipos.

### **Mano de obra**

- Desconocimiento de herramientas de programación de turnos.
- Más de 180 teleoperadores.
- Incumplimiento de los horarios de trabajo.
- Facilidad de integración.
- Exceso de teleoperadores debido a la reducción de aforo a raíz de la pandemia (Covid-19).

### **Medio ambiente**

- Número de personas máximo al 50% del aforo.
- Riesgos biológicos.

### 3.1.4. Situación actual de la productividad

La variable dependiente del presente estudio es la productividad en relación a la programación de turnos de un Call Center de ventas a España. Teniendo en cuenta que el principal objetivo del estudio es diseñar el modelo de la programación de turnos debido a que existe una diferencia horaria entre Perú – España, se propone aprovechar al máximo la hora comercial española (3am a 3pm, hora peruana).

Si todos los teleoperadores trabajan cubriendo el horario comercial, se aprovechará al máximo las llamadas telefónicas existentes en el día logrando incrementar la cantidad de ventas, situación que en un Call Center de Perú no se ejecuta, para ello se considera la evaluación de la productividad laboral individual por teleoperador (productividad parcial) y la productividad laboral total de los teleoperadores (productividad total).

Para el cálculo de la productividad parcial se incluyeron los siguientes recursos: horas de trabajo para un teleoperador full time en relación a las ventas que puede producir al día, teniendo como resultado 18.50 llamadas/hora.

$$Productividad_{MOD} = \frac{Llamadas Realizadas}{Horas - Hombre trabajadas}$$

$$Productividad_{MOD} = \frac{148 llamadas}{8 horas - hombre}$$

$$Productividad_{MOD} = 18.50 \frac{llamadas}{hora - hombre}$$

En el caso de un teleoperador part-time la productividad parcial es de 21.25 llamadas/hora.

$$Productividad_{MOD} = \frac{Llamadas Realizadas}{Horas - Hombre trabajadas}$$

$$Productividad_{MOD} = \frac{85 llamadas}{4 horas - hombre}$$

$$Productividad_{MOD} = 21.25 \frac{llamadas}{hora - hombre}$$

Asimismo, se calculó las horas efectivas de trabajo y tiempo de ocio, obteniendo una cifra de 75% de tiempo productivo.

Tipos de teleoperador	Hora laboral total	Horas trabajadas	Formulas: %Tiempo productivo = (Tiempo productivo/Tiempo operativo total)*100
			%Tiempo ocioso = %Tiempo operativo total-%Tiempo operativo
Full Time	8	6	TOp=(6/8)*100=75%
			TOc=100%-75%=25%
Part Time	4	3.25	TOp=(4/3.25)*100=81.25%
			TOc=100%-81.25%=18.75%

**Figura 17.** Tiempo productivo de un Call Center de ventas a España.  
Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Discusión de resultados

El principal objetivo de la investigación fue diseñar un modelo matemático de optimización de la programación de turnos para incrementar la productividad en un Call Center de ventas a España, para lo cual se utilizaron conocimientos de programación lineal y programación lineal entera, así como herramientas de Excel y OpenSolver, mediante la aplicación del modelo en dichas herramientas el resultado fue que se requiere un total de 132 teleoperadores full time y 45 part-time distribuidos en los turnos correspondientes tal cual se detalla en la tabla 20 y 21. También se estimó una mejora de la productividad en un 4.52% respecto a la actual, así como la mejora de los costos en un 5.18%. De la misma manera los resultados de la investigación de González y Suárez (2018) titulada “Desarrollo de un modelo de asignación de horarios en el entorno educativo mediante la programación lineal”, quienes lograron optimizar la asignación de horarios y la distribución de la carga laboral de los docentes del entorno educativo observado en el aumento de la eficacia en un 91.66% respecto al proceso de asignación horaria. En comparación al presente estudio estos resultados afirman lo que Meneses (2017) mencionó respecto a la programación de turnos en una

organización, ya que contribuye positivamente, pues esta asignación fija horarios laborales para complacer la demanda laboral y así cumplir con los objetivos de productividad, eficacia y eficiencia.

Para los objetivos, realizar un diagnóstico de la situación actual de la asignación de turnos en un Call Center de ventas a España y determinar las restricciones del sistema productivo se aplicaron las herramientas de recolección de datos y posteriormente el análisis ético a conveniencia de la empresa y de los teleoperadores, siendo uno de los primeros pasos en el diseño del modelamiento matemático. Los datos encontrados y restricciones fueron que los teleoperadores full time laboran 5 días consecutivos y los part-time 4 días consecutivos con un sueldo de S./ 930 y S./ 465 respectivamente, además el horario laboral es de 3:00 am – 3:00 pm (hora Perú), así como los requerimientos de teleoperadores por día y periodo, y la información del Call Center (véase la tabla 6, 7 y 8). Datos que al ser comparados con la investigación de Meneses (2017) titulada “Estudio del problema de programación de turnos de enfermería”, indica que la restricción de satisfacción de las enfermeras permite diseñar el modelo de programación en base a preferencias reales en cada periodo, es decir las restricciones de demanda son altamente satisfechas y la igualdad en la programación aumenta considerablemente. Con lo anteriormente mencionado se comprueba lo expuesto por Martínez, Vértiz, López, Jiménez y Moncayo (2014) quienes aseguran que la programación lineal tiene diversas aplicaciones en distintos sectores y que está sujeta a determinadas restricciones las cuales deben manejarse éticamente por el investigador.

Otro de los objetivos fue determinar las variables de decisión del modelo matemático, las cuales están representadas por  $FT_{ij}$ , que es la cantidad de teleoperadores full time en el día “i”, en el turno “j” y por  $PT_{ik}$ , que es la cantidad de teleoperadores part time en el día “i”, en el turno “k”; definiendo a “i” como el número de días laborales, “j” y “k” representan el número de turnos de los teleoperadores full time y part time respectivamente, en contraste con la investigación de Ortiz (2018) titulada “Aplicación web fundamentada en un método de asignación multicriterio y programación lineal para apoyar la planificación de horarios del personal de seguridad de la municipalidad

provincial de Chiclayo”, donde se representa a la variable de decisión como la planificación horaria del personal de seguridad ciudadana en base a los indicadores como: tiempo promedio para generar la planificación, número de planificaciones realizadas, grado de satisfacción de los colaboradores con respecto al horario de trabajo asignado, índice de colaboradores que están en contra de la planificación y el porcentaje de renunciados de los colaboradores, de acuerdo a estos resultados se justifica lo que sostienen Gonzáles y García (2015), que para el desarrollo de un modelo de programación lineal se debe realizar una secuencia de ítems entre ellas, determinar las variables de decisión que son las incógnitas a resolver el modelo matemático.

Uno de los objetivos específicos fue diseñar y proponer un modelo matemático de programación lineal, para ello se utilizó específicamente la programación lineal entera, empezando con la solución al problema de la distribución de las horas laborales de teleoperadores full time (TFT) y part time (TPT) entre los 12 periodos de tiempos laborales en el Call Center, así como la distribución de horas para TFT y TPT según el modelamiento en Excel (véase la tabla 9 y 10), siguiendo esta base se realizó la representación numérica de las variables del modelo tal cual se observa en la tabla 11 y 12, luego se calculó y diseñó los requerimientos que es la suma de los TFT y TPT que laboran un día y periodos determinados (véase la tabla 13, 14, 15 y 16). Estos resultados coinciden con las investigaciones de Abanto y Abanto E (2018) en su estudio “Propuesta de mejora aplicada a la programación de turnos de cajeros y dimensionamiento de la cantidad asistentes de venta en una tienda por departamentos que incremente la productividad y satisfacción del cliente”, quienes diseñaron un modelo de programación lineal entera mixta aplicada al cálculo óptimo del número de cajeros y un estudio de tiempos y movimientos que estandarice las actividades del asistente de venta, calculando así la cantidad optima por división teniendo en cuenta los tiempos estándares y la carga de trabajo. Ante tal situación se afirma lo mencionado por Novo, Díaz y Perán (2013), que para diseñar un problema de optimización donde los valores de las variables toman sentido si son enteros, entonces se hace referencia a la programación lineal entera, la cual nos permite obtener soluciones reales según el tipo de problema a resolver.

Determinar y evaluar el desempeño del modelo matemático, en base a este objetivo se estima una mejora de un 99% respecto a la generación de los turnos para los teleoperadores, ya que se sabe que el Call Center demora aproximadamente 8 horas en programar horarios y turnos, pero el modelo propuesto lo soluciona en 5 segundos (mediante la herramienta OpenSolver de Excel) ofreciendo turnos más flexibles. De igual manera en la investigación realizada por González y Suárez (2018) titulada “Desarrollo de un modelo de asignación de horarios en el entorno educativo mediante la programación lineal” concluye que, mediante la utilización del método matemático, el proceso de asignación se tarda menos de 5 días aproximadamente entre validación pertinente y verificación de la misma, obteniendo así un aumento eficaz del 91.66%. Con respecto a estos resultados se afirma lo que menciona Meneses (2017) que la determinación de turnos debe realizarse buscando la forma más óptima posible, respetando las restricciones en el diseño del modelo, con el fin de alcanzar el objetivo de lograr calidad de servicio y eficiencia.

Finalmente, para calcular el beneficio costo de la propuesta se tomó en cuenta el costo del modelo con relación a la inversión de la propuesta, obteniendo un valor de 2.33, es decir un beneficio de 1.33 por cada sol invertido. De igual manera Ortiz (2019) en su investigación “Modelo de optimización de operaciones para mejorar el servicio de atención médica ocupacional en la Clínica Preventiva SAC, 2019” obtuvo que por cada sol invertido la empresa tendrá una ganancia de S./ 1.77, reflejándose en ambos resultados la viabilidad de la propuesta.

### **3.3. Propuesta de investigación**

#### **3.3.1. Fundamentación**

La presente investigación se fundamenta en base al problema de la programación de turnos de teleoperadores de un Call Center de ventas a España teniendo en cuenta la diferencia horaria y la disponibilidad de los colaboradores ya que todo ello influye directamente en la productividad de la empresa, para lo cual se busca resolver el problema mediante un modelo matemático que proporciona soluciones factibles y no requiere mucha inversión, además contribuye al desarrollo de la investigación de operaciones en el Perú.

### 3.3.2. Objetivos de la propuesta

La propuesta se desarrolla en base a los siguientes objetivos:

- Aumentar la productividad laboral en base de la programación de turnos.
- Reducir el tiempo de generación de horarios.

### 3.3.3. Desarrollo de la propuesta

#### Modelo de programación lineal entera

De acuerdo a los requerimientos mínimos de teleoperadores en las oficinas del Call Center se planteó el modelo de programación lineal para la optimización de la programación de turnos de los teleoperadores, de tal manera que se contrate la óptima cantidad de Teleoperadores Full Time (TFT) y Teleoperadores Part Time (TPT), teniendo en consideración las restricciones del lugar de trabajo como el aforo máximo de personas por periodos de tiempo, días de trabajo, salarios laborales, entre otros. La tabla 6 muestra los requerimientos de personal.

**Tabla 6**

*Requerimientos mínimos de teleoperadores por día y periodo*

	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>
p1	<b>03:00</b>	<b>a 04:00</b>	32	34	32	33	36	32
p2	<b>04:00</b>	<b>a 05:00</b>	51	45	51	52	55	40
p3	<b>05:00</b>	<b>a 06:00</b>	67	83	73	90	93	78
p4	<b>06:00</b>	<b>a 07:00</b>	74	83	80	97	100	85
p5	<b>07:00</b>	<b>a 08:00</b>	102	110	99	117	132	100
p6	<b>08:00</b>	<b>a 09:00</b>	118	126	111	117	136	116
p7	<b>09:00</b>	<b>a 10:00</b>	126	134	129	135	146	126
p8	<b>10:00</b>	<b>a 11:00</b>	126	134	129	135	146	126
p9	<b>11:00</b>	<b>a 12:00</b>	104	106	103	108	116	104
p10	<b>12:00</b>	<b>a 13:00</b>	69	79	72	89	93	80
p11	<b>13:00</b>	<b>a 14:00</b>	45	33	32	33	45	32
p12	<b>14:00</b>	<b>a 15:00</b>	38	33	25	26	38	25

Fuente: Elaboración propia

La información recolectada, esencial para alimentar y desarrollar del modelo de programación lineal, se muestra en la tabla 7.

**Tabla 7***Información del Call Center*

Ítems	Full Time	Part Time
Salario (S/ / mes)	930	465
Horas-Hombre (horas / día)	8	4
Días de trabajo (días / semana)	5	4
Disponibles (teleoperador / día)	140	45
Horario laboral (horas / día)	3:00 hasta 15:00 = 12 horas / día	
Días laborables (días / semana)	lunes hasta sábado = 6 días /semana	
Aforo	300	

Fuente: Elaboración propia

**Definición de parámetros**

Los parámetros representan los valores conocidos del modelo, y son los siguientes:

Parámetros de los TFT,

$SFT_{ij}$  : Salario de los TFT en el día  $i$ , en el turno  $j$

$b$  : Cantidad de TFT disponibles

$$\forall i = 1, \dots, 6; \forall j = 1, \dots, 5$$

Dónde:

- “ $i$ ” representa el número de días laborales, siendo lunes “D1” (1), martes “D2” (2), miércoles “D3” (3), jueves “D4” (4), viernes “D5” (5) y sábado “D6” (6).
- “ $j$ ” representa en número de turnos “T” de los TFT, siendo T1 (1), T2 (2), T3 (3), T4 (4) y T5 (5).

Parámetros de los TPT,

$SPT_{ik}$  : Salario de los TPT en el día  $i$ , en el turno  $k$

$a$  : Cantidad de TPT disponibles

$$\forall i = 1, \dots, 6; \forall k = 1, \dots, 9$$

Dónde:

- "i" representa el número de días laborales, siendo D1 (1), D2 (2), D3 (3), D4 (4), D5 (5) y D6 (6).
- "k" representa el número de turnos "T" de los TPT, siendo T1 (1), T2 (2), T3 (3), T4 (4), T5 (5), T6 (6), T7 (7), T8 (8) y T9 (9).

Parámetros de los TFT y TPT de acuerdo al número de periodos, de 3:00 a 15:00 existen 12 periodos de 1 hora.

$R_{min_{ip}}$  : *Requerimientos minimos de teleoperadores en el dia i, en el periodo p*

$Af_{ip}$  : *Aforo de la oficina en el dia i, en el periodo p*

$$\forall i = 1, \dots, 6; \forall p = 1, \dots, 12$$

Dónde:

- "i" representa el número de días laborales, siendo D1 (1), D2 (2), D3 (3), D4 (4), D5 (5) y D6 (6).
- "p" representa en número de periodos "P" en los que se divide el horario total de trabajo, siendo P1 (1), P2 (2), P3 (3), P4 (4), P5 (5), P6 (6), P7 (7), P8 (8) y P9 (9), P10 (10), P11 (11), y P12 (12).

### **Definición de variables**

Las variables de decisión del problema de estudio son las siguientes:

$FT_{ij}$  : *Cantidad de Teleoperadores Full Time (TFT) en el dia i, en el turno j*

$PT_{ik}$  : *Cantidad de Teleoperadores Part Time (TPT) en el dia i, en el turno k*

$$\forall i = 1, \dots, 6; \forall j = 1, \dots, 5; \forall k = 1, \dots, 9$$

Dónde:

- "i" representa el número de días laborales

- “j” representa en número de turnos “T” de los TFT
- “k” representa en número de turnos “T” de los TPT

La cantidad de **variables** del problema llegan a sumar un total de 84 variables, siendo las que se muestran en la tabla 8.

**Tabla 8**

*Variables de decisión por día (D) y turno (T)*

FT11	: Cantidad de TFT a asignar el D1, en el T1
FT12	: Cantidad de TFT a asignar el D1, en el T2
FT13	: Cantidad de TFT a asignar el D1, en el T3
FT14	: Cantidad de TFT a asignar el D1, en el T4
FT15	: Cantidad de TFT a asignar el D1, en el T5
PT11	: Cantidad de TPT a asignar el D1, en el T1
PT12	: Cantidad de TPT a asignar el D1, en el T2
PT13	: Cantidad de TPT a asignar el D1, en el T3
PT14	: Cantidad de TPT a asignar el D1, en el T4
PT15	: Cantidad de TPT a asignar el D1, en el T5
PT16	: Cantidad de TPT a asignar el D1, en el T6
PT17	: Cantidad de TPT a asignar el D1, en el T7
PT18	: Cantidad de TPT a asignar el D1, en el T8
PT19	: Cantidad de TPT a asignar el D1, en el T9
FT21	: Cantidad de TFT a asignar el D2, en el T1
FT22	: Cantidad de TFT a asignar el D2, en el T2
FT23	: Cantidad de TFT a asignar el D2, en el T3
FT24	: Cantidad de TFT a asignar el D2, en el T4
FT25	: Cantidad de TFT a asignar el D2, en el T5
PT21	: Cantidad de TPT a asignar el D2, en el T1
PT22	: Cantidad de TPT a asignar el D2, en el T2
PT23	: Cantidad de TPT a asignar el D2, en el T3
PT24	: Cantidad de TPT a asignar el D2, en el T4
PT25	: Cantidad de TPT a asignar el D2, en el T5
PT26	: Cantidad de TPT a asignar el D2, en el T6

PT27 : Cantidad de TPT a asignar el D2, en el T7  
PT28 : Cantidad de TPT a asignar el D2, en el T8  
PT29 : Cantidad de TPT a asignar el D2, en el T9  
FT31 : Cantidad de TFT a asignar el D3, en el T1  
FT32 : Cantidad de TFT a asignar el D3, en el T2  
FT33 : Cantidad de TFT a asignar el D3, en el T3  
FT34 : Cantidad de TFT a asignar el D3, en el T4  
FT35 : Cantidad de TFT a asignar el D3, en el T5  
PT31 : Cantidad de TPT a asignar el D3, en el T1  
PT32 : Cantidad de TPT a asignar el D3, en el T2  
PT33 : Cantidad de TPT a asignar el D3, en el T3  
PT34 : Cantidad de TPT a asignar el D3, en el T4  
PT35 : Cantidad de TPT a asignar el D3, en el T5  
PT36 : Cantidad de TPT a asignar el D3, en el T6  
PT37 : Cantidad de TPT a asignar el D3, en el T7  
PT38 : Cantidad de TPT a asignar el D3, en el T8  
PT39 : Cantidad de TPT a asignar el D3, en el T9  
FT41 : Cantidad de TFT a asignar el D4, en el T1  
FT42 : Cantidad de TFT a asignar el D4, en el T2  
FT43 : Cantidad de TFT a asignar el D4, en el T3  
FT44 : Cantidad de TFT a asignar el D4, en el T4  
FT45 : Cantidad de TFT a asignar el D4, en el T5  
PT41 : Cantidad de TPT a asignar el D4, en el T1  
PT42 : Cantidad de TPT a asignar el D4, en el T2  
PT43 : Cantidad de TPT a asignar el D4, en el T3  
PT44 : Cantidad de TPT a asignar el D4, en el T4  
PT45 : Cantidad de TPT a asignar el D4, en el T5  
PT46 : Cantidad de TPT a asignar el D4, en el T6  
PT47 : Cantidad de TPT a asignar el D4, en el T7  
PT48 : Cantidad de TPT a asignar el D4, en el T8  
PT49 : Cantidad de TPT a asignar el D4, en el T9  
FT51 : Cantidad de TFT a asignar el D5, en el T1  
FT52 : Cantidad de TFT a asignar el D5, en el T2

FT53 : Cantidad de TFT a asignar el D5, en el T3  
FT54 : Cantidad de TFT a asignar el D5, en el T4  
FT55 : Cantidad de TFT a asignar el D5, en el T5  
PT51 : Cantidad de TPT a asignar el D5, en el T1  
PT52 : Cantidad de TPT a asignar el D5, en el T2  
PT53 : Cantidad de TPT a asignar el D5, en el T3  
PT54 : Cantidad de TPT a asignar el D5, en el T4  
PT55 : Cantidad de TPT a asignar el D5, en el T5  
PT56 : Cantidad de TPT a asignar el D5, en el T6  
PT57 : Cantidad de TPT a asignar el D5, en el T7  
PT58 : Cantidad de TPT a asignar el D5, en el T8  
PT59 : Cantidad de TPT a asignar el D5, en el T9  
FT61 : Cantidad de TFT a asignar el D6, en el T1  
FT62 : Cantidad de TFT a asignar el D6, en el T2  
FT63 : Cantidad de TFT a asignar el D6, en el T3  
FT64 : Cantidad de TFT a asignar el D6, en el T4  
FT65 : Cantidad de TFT a asignar el D6, en el T5  
PT61 : Cantidad de TPT a asignar el D6, en el T1  
PT62 : Cantidad de TPT a asignar el D6, en el T2  
PT63 : Cantidad de TPT a asignar el D6, en el T3  
PT64 : Cantidad de TPT a asignar el D6, en el T4  
PT65 : Cantidad de TPT a asignar el D6, en el T5  
PT66 : Cantidad de TPT a asignar el D6, en el T6  
PT67 : Cantidad de TPT a asignar el D6, en el T7  
PT68 : Cantidad de TPT a asignar el D6, en el T8  
PT69 : Cantidad de TPT a asignar el D6, en el T9

---

Fuente: Elaboración propia

El modelo de programación lineal entera, se detalla a continuación.

## **Función Objetivo:**

La función objetivo “z\*” del modelo corresponde a la minimización del salario mensual total de los “TFT” y “TPT”, de tal manera que la organización disponga la cantidad óptima de teleoperadores durante la semana de trabajo, y que a su vez satisfaga las restricciones del sistema.

$$z^* = \min \sum_{i=1}^6 \left\{ \sum_{j=1}^5 FT_{ij} SFT_{ij} + \sum_{k=1}^9 PT_{ik} SPT_{ik} \right\}$$

## **Restricciones del sistema**

Disponibilidad de TFT, actualmente se tienen contratados 145 teleoperadores, además se debe tener en cuenta que trabajan 5 días consecutivos a la semana.

$$\sum_{j=1}^5 FT_{ij} \leq b \quad \forall i = 1, \dots, 6; \quad \forall j = 1, \dots, 5$$

Disponibilidad de TPT, actualmente se disponen de 45 teleoperadores, y laboran 4 días consecutivos a la semana.

$$\sum_{k=1}^9 PT_{ik} \leq a \quad \forall i = 1, \dots, 6; \quad \forall k = 1, \dots, 9$$

Requerimientos mínimos y máximos de TFT y TPT durante los días de la semana ( $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ), la cantidad de TPT y TPT que se encuentren en durante el periodo “t” deben ser mayor o igual al a “Rmin” y menor o igual al aforo máximo del Call Center “ $50\% * Af = 300 * 50\%$ ”, de su correspondiente día y periodo.

- Lunes es igual a,

$$Rmin_{1p} \leq \sum_{p=1}^{12} \left\{ \sum_{j=1}^5 FT_{ij} \quad \forall i = 1, 3, 4, 5, 6 + \sum_{k=1}^9 PT_{ik} \quad \forall i = 1, 4, 5, 6 \right\} \leq 0.5 Af_{1p}$$

$$\forall j = 1, \dots, 5; \quad \forall k = 1, \dots, 9; \quad \forall p = 1, \dots, 12$$

- Para el día martes tenemos,

$$Rmin_{2p} \leq \sum_{p=1}^{12} \left\{ \sum_{j=1}^5 FT_{ij} \forall i = 1, 2, 4, 5, 6 + \sum_{k=1}^9 PT_{ik} \forall i = 1, 2, 5, 6 \right\} \leq 0.5Af_{2p}$$

$$\forall j = 1, \dots, 5; \forall k = 1, \dots, 9; \forall p = 1, \dots, 12$$

- Para el día miércoles,

$$Rmin_{3p} \leq \sum_{p=1}^{12} \left\{ \sum_{j=1}^5 FT_{ij} \forall i = 1, 2, 3, 5, 6 + \sum_{k=1}^9 PT_{ik} \forall i = 1, 2, 3, 6 \right\} \leq 0.5Af_{3p}$$

$$\forall j = 1, \dots, 5; \forall k = 1, \dots, 9; \forall p = 1, \dots, 12$$

- Para el día jueves,

$$Rmin_{4p} \leq \sum_{p=1}^{12} \left\{ \sum_{j=1}^5 FT_{ij} \forall i = 1, 2, 3, 4, 6 + \sum_{k=1}^9 PT_{ik} \forall i = 1, 2, 3, 4 \right\} \leq 0.5Af_{4p}$$

$$\forall j = 1, \dots, 5; \forall k = 1, \dots, 9; \forall p = 1, \dots, 12$$

- Para el día viernes,

$$Rmin_{5p} \leq \sum_{p=1}^{12} \left\{ \sum_{j=1}^5 FT_{ij} \forall i = 1, 2, 3, 4, 5 + \sum_{k=1}^9 PT_{ik} \forall i = 2, 3, 4, 5 \right\} \leq 0.5Af_{5p}$$

$$\forall j = 1, \dots, 5; \forall k = 1, \dots, 9; \forall p = 1, \dots, 12$$

- Y finalmente tenemos para el día sábado

$$Rmin_{6p} \leq \sum_{p=1}^{12} \left\{ \sum_{j=1}^5 FT_{ij} \forall i = 2, 3, 4, 5, 6 + \sum_{k=1}^9 PT_{ik} \forall i = 3, 4, 5, 6 \right\} \leq 0.5Af_{6p}$$

$$\forall j = 1, \dots, 5; \forall k = 1, \dots, 9; \forall p = 1, \dots, 12$$

### Restricciones técnicas

$$FT_{ij}, PT_{ik} \geq 0 \forall i = 1, \dots, 6; \forall j = 1, \dots, 5; \forall k = 1, \dots, 9$$

$$FT_{ij}, PT_{ik} \in z^+ \forall i = 1, \dots, 6; \forall j = 1, \dots, 5; \forall k = 1, \dots, 9$$

## Modelamiento del problema en Excel y OpenSolver

Para la solución del problema se empieza por la distribución de las horas laborales de los TFT y TPT, entre los 12 periodos de tiempo.

La distribución de horas de los TFT genera 5 turnos disponibles, los cuales son FT1, FT2, FT3, FT4 y FT5, cada uno para su correspondiente día. Los turnos se detallan en la tabla 9.

**Tabla 9**

*Turnos disponibles para los TFT en el día “i”*

	Inicio	Fin	FT1	FT2	FT3	FT4	FT5
p1	03:00	a 04:00	FTi1				
p2	04:00	a 05:00	FTi1	FTi2			
p3	05:00	a 06:00	FTi1	FTi2	FTi3		
p4	06:00	a 07:00	FTi1	FTi2	FTi3	FTi4	
p5	07:00	a 08:00	FTi1	FTi2	FTi3	FTi4	FTi5
p6	08:00	a 09:00	FTi1	FTi2	FTi3	FTi4	FTi5
p7	09:00	a 10:00	FTi1	FTi2	FTi3	FTi4	FTi5
p8	10:00	a 11:00	FTi1	FTi2	FTi3	FTi4	FTi5
p9	11:00	a 12:00		FTi2	FTi3	FTi4	FTi5
p10	12:00	a 13:00			FTi3	FTi4	FTi5
p11	13:00	a 14:00				FTi4	FTi5
p12	14:00	a 15:00					FTi5

Fuente: Elaboración propia

Para los TPT la distribución genera 9 turnos disponibles, los cuales son PT1, PT2, PT3, PT4, PT5, PT6, PT7, PT8 y PT9. La tabla 10 como se conforma cada turno.

**Tabla 10***Turnos disponibles para los TPT en el día “i”*

	Inicio	Fin	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5	PT6	PT7	PT8	PT9
p1	03:00	a 04:00	PTi1								
p2	04:00	a 05:00	PTi1	PTi2							
p3	05:00	a 06:00	PTi1	PTi2	PTi3						
p4	06:00	a 07:00	PTi1	PTi2	PTi3	PTi4					
p5	07:00	a 08:00		PTi2	PTi3	PTi4	PTi5				
p6	08:00	a 09:00			PTi3	PTi4	PTi5	PTi6			
p7	09:00	a 10:00				PTi4	PTi5	PTi6	PTi7		
p8	10:00	a 11:00					PTi5	PTi6	PTi7	PTi8	
p9	11:00	a 12:00						PTi6	PTi7	PTi8	PTi9
p10	12:00	a 13:00							PTi7	PTi8	PTi9
p11	13:00	a 14:00								PTi8	PTi9
p12	14:00	a 15:00									PTi9

Fuente: Elaboración propia

La distribución detallada de las variables del modelo durante la semana, se muestra en la tabla 11. La tabla 12 representa las variables en términos numéricos, debido a que OpenSolver solo se le puede añadir variables numéricas.



El cálculo de los requerimientos por día y periodo en la semana, se determina por la variable  $R_{ip}$ , el mismo que interactúa con el sistema de restricciones del modelo, la distribución se muestra en la tabla 13.

$R_{ip}$  : Teleoperadores requeridos en el día  $i$ , en el periodo  $p$

**Tabla 13**

*Capacidad de teleoperadores por día y periodo*

	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>
p1	<b>03:00</b>	<b>a 04:00</b>	R11	R21	R31	R41	R51	R61
p2	<b>04:00</b>	<b>a 05:00</b>	R12	R22	R32	R42	R52	R62
p3	<b>05:00</b>	<b>a 06:00</b>	R13	R23	R33	R43	R53	R63
p4	<b>06:00</b>	<b>a 07:00</b>	R14	R24	R34	R44	R54	R64
p5	<b>07:00</b>	<b>a 08:00</b>	R15	R25	R35	R45	R55	R65
p6	<b>08:00</b>	<b>a 09:00</b>	R16	R26	R36	R46	R56	R66
p7	<b>09:00</b>	<b>a 10:00</b>	R17	R27	R37	R47	R57	R67
p8	<b>10:00</b>	<b>a 11:00</b>	R18	R28	R38	R48	R58	R68
p9	<b>11:00</b>	<b>a 12:00</b>	R19	R29	R39	R49	R59	R69
p10	<b>12:00</b>	<b>a 13:00</b>	R110	R210	R310	R410	R510	R610
p11	<b>13:00</b>	<b>a 14:00</b>	R111	R211	R311	R411	R511	R611
p12	<b>14:00</b>	<b>a 15:00</b>	R112	R212	R312	R412	R512	R612

Fuente: Elaboración propia

El requerimiento total de TFT está distribuido por FT1, FT2, FT3, FT4, FT5 y FT6 es la cantidad teleoperadores requeridos por cada día. Sin embargo, se conoce que los TFT trabajan 5 días consecutivos a la semana, es decir, que los teleoperadores que ingresen a laborar el día viernes (FT5), por ejemplo, deberán laborar también los días sábado (FT6), lunes (FT1), martes (FT2), y miércoles (FT3), esto indica que el día viernes no solo se encontrara trabajando los de ese día, sino también los que ingresaron días anteriores. Por ejemplo, los TFT que laboran el día viernes son la suma de los FT1j, FT2j, FT3j, FT4j y FT5j, que son teleoperadores del día lunes, martes, miércoles, jueves y viernes, respectivamente.

**Tabla 14**

*Requerimiento total de TFT*

<b>Requerimiento total de TFT</b>										
FT1	=	FT1j		FT3j	FT4j	FT5j	FT6j	=	FT1j+FT3j+FT4j+FT5j+FT6j	
FT2	=	FT1j	FT2j		FT4j	FT5j	FT6j	=	FT1j+FT2j+FT4j+FT5j+FT6j	
FT3	=	FT1j	FT2j	FT3j		FT5j	FT6j	=	FT1j+FT2j+FT3j+FT5j+FT6j	
FT4	=	FT1j	FT2j	FT3j	FT4j		FT6j	=	FT1j+FT2j+FT3j+FT4j+FT6j	
FT5	=	FT1j	FT2j	FT3j	FT4j	FT5j		=	FT1j+FT2j+FT3j+FT4j+FT5j	
FT6	=		FT2j	FT3j	FT4j	FT5j	FT6j	=	FT2j+FT3j+FT4j+FT5j+FT6j	

Fuente: Elaboración propia

$$\forall j = 1, \dots, 5$$

El requerimiento total de TPT está distribuido por PT1, PT2, PT3, PT4, PT5 y PT6, que es la cantidad teleoperadores requeridos por cada día. Es importante tener en cuenta que Los TPT trabajan 4 días consecutivos a la semana, es decir, que los teleoperadores que ingresen a laborar el día sábado (PT6), por ejemplo, deberán laborar también los días lunes (PT1), martes (PT2) y miércoles (PT3), esto indica que el día sábado no solo se encontrara trabajando los de ese día, sino también los que ingresaron días anteriores. Por ejemplo, los TFT que laboran el día sábado son la suma de los PT3k, PT4k, PT5k y PT6k, que son teleoperadores del miércoles, jueves, viernes y sábado, respectivamente.

**Tabla 15**

*Requerimiento total de TPT*

<b>Requerimiento total de TPT</b>										
PT1	=	PT1k				PT4k	PT5k	PT6k	=	PT1k+PT4k+PT5k+PT6k
PT2	=	PT1k	PT2k				PT5k	PT6k	=	PT1k+PT2k+PT5k+PT6k
PT3	=	PT1k	PT2k	PT3k				PT6k	=	PT1k+PT2k+PT3k+PT6k
PT4	=	PT1k	PT2k	PT3k	PT4k				=	PT1k+PT2k+PT3k+PT4k
PT5	=		PT2k	PT3k	PT4k	PT5k			=	PT2k+PT3k+PT4k+PT5k
PT6	=			PT3k	PT4k	PT5k	PT6k		=	PT3k+PT4k+PT5k+PT6k

Fuente: Elaboración propia

$$\forall k = 1, \dots, 9$$

La cantidad total de teleoperadores requeridos en un día “i” en un periodo “p” ( $R_{ip}$ ), está determinado por la suma de los TFT y los TPT que laboran en dicho día y periodo, es decir:

**Tabla 16**

*La cantidad total de teleoperadores requeridos en un día “i” en un periodo “p”*

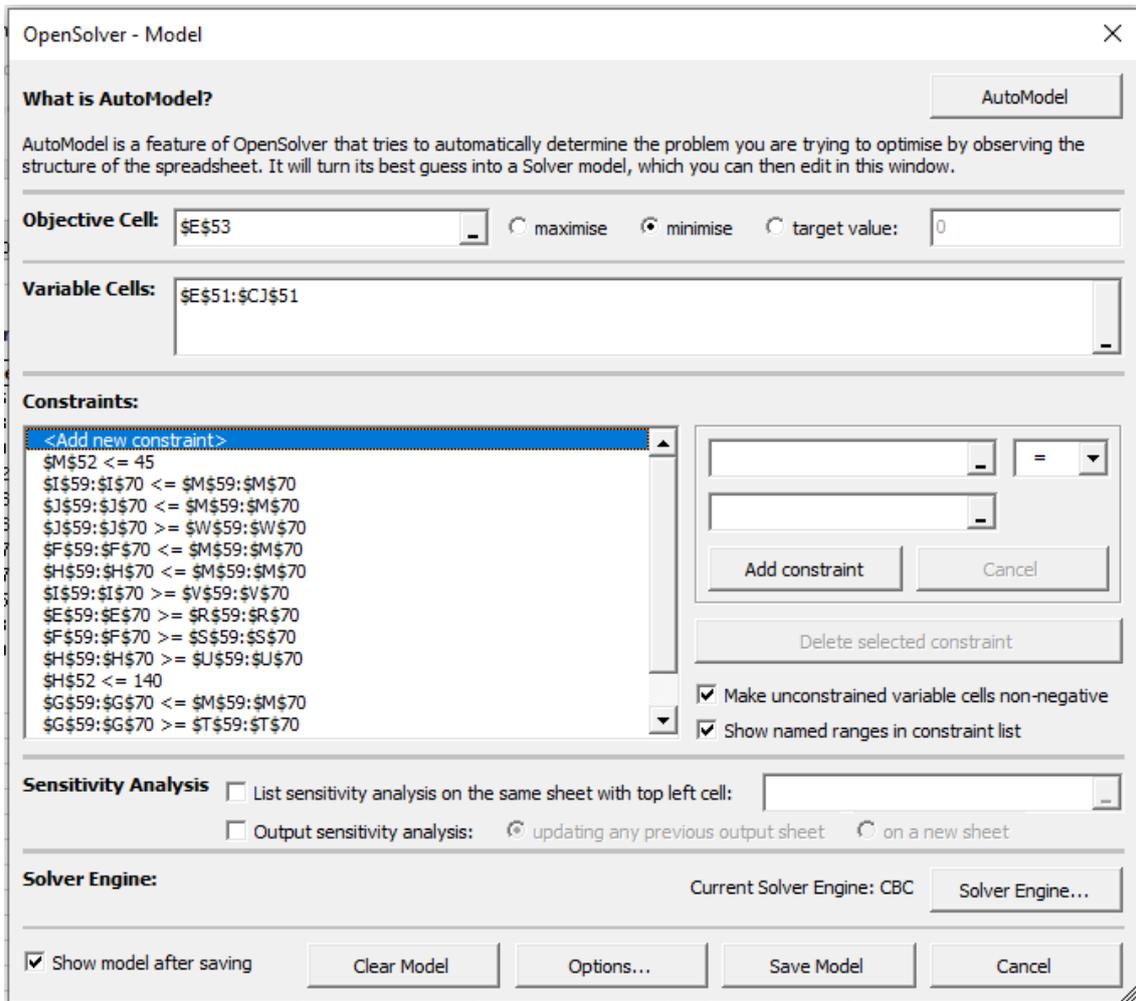
R1p = FT1j	FT3j	FT4j	FT5j	FT6j	PT1k	PT4k	PT5k	PT6k	= FT1j+FT3j+FT4j+FT5j+FT6j+PT1k+PT4k+PT5k+PT6k	
R2p = FT1j	FT2j	FT4j	FT5j	FT6j	PT1k	PT2k	PT5k	PT6k	= FT1j+FT2j+FT4j+FT5j+FT6j+PT1k+PT2k+PT5k+PT6k	
R3p = FT1j	FT2j	FT3j	FT5j	FT6j	PT1k	PT2k	PT3k	PT6k	= FT1j+FT2j+FT3j+FT5j+FT6j+PT1k+PT2k+PT3k+PT6k	
R4p = FT1j	FT2j	FT3j	FT4j	FT6j	PT1k	PT2k	PT3k	PT4k	= FT1j+FT2j+FT3j+FT4j+FT6j+PT1k+PT2k+PT3k+PT4k	
R5p = FT1j	FT2j	FT3j	FT4j	FT5j	PT2k	PT3k	PT4k	PT5k	= FT1j+FT2j+FT3j+FT4j+FT5j+PT2k+PT3k+PT4k+PT5k	
R6p =	FT2j	FT3j	FT4j	FT5j	FT6j	PT3k	PT4k	PT5k	PT6k	= FT2j+FT3j+FT4j+FT5j+FT6j+PT3k+PT4k+PT5k+PT6k

Fuente: Elaboración propia

$$\forall i = 1, \dots, 6; \forall p = 1, \dots, 12; \forall j = 1, \dots, 5; \forall k = 1, \dots, 9$$

### Solución en OpenSolver de Excel

La función objetivo, las variables de decisión y las restricciones del sistema y técnicas, fueron añadidas en OpenSolver de Excel, la figura 18 muestra la función objetivo, las celdas variables y parte de las restricciones.



**Figura 18.** Modelo de PL en OpenSolver

Fuente: Elaboración propia

La herramienta OpenSolver de Excel calculó la cantidad de teleoperadores requeridos en cada día de la semana, esto incluye la asignación de los teleoperadores a un respectivo turno laboral. La tabla 14 muestra la cantidad de teleoperadores full time y part time, también su correspondiente día de ingreso a laboral, respectivamente asignados a un turno de trabajo. Y la tabla 15 indica la cantidad de teleoperadores tanto FT y PT que laboran cada día en su correspondiente turno según corresponda.



La solución del modelo de programación lineal, encontró un valor de 143685 como el costo óptimo para la función objetivo. Los resultados de cada una de las variables de decisión se muestran en la siguiente tabla 19.

**Tabla 19**

*Valores de las variables de decisión*

FT11	:	<b>8</b>
FT12	:	<b>11</b>
FT13	:	<b>0</b>
FT14	:	<b>0</b>
FT15	:	<b>13</b>
PT11	:	<b>0</b>
PT12	:	<b>0</b>
PT13	:	<b>0</b>
PT14	:	<b>0</b>
PT15	:	<b>0</b>
PT16	:	<b>0</b>
PT17	:	<b>8</b>
PT18	:	<b>0</b>
PT19	:	<b>0</b>
FT21	:	<b>8</b>
FT22	:	<b>0</b>
FT23	:	<b>22</b>
FT24	:	<b>0</b>
FT25	:	<b>0</b>
PT21	:	<b>1</b>
PT22	:	<b>0</b>
PT23	:	<b>0</b>
PT24	:	<b>0</b>
PT25	:	<b>0</b>
PT26	:	<b>0</b>
PT27	:	<b>0</b>
PT28	:	<b>0</b>
PT29	:	<b>0</b>
FT31	:	<b>7</b>
FT32	:	<b>8</b>
FT33	:	<b>0</b>
FT34	:	<b>7</b>
FT35	:	<b>0</b>

PT31	:	0
PT32	:	0
PT33	:	0
PT34	:	0
PT35	:	0
PT36	:	0
PT37	:	10
PT38	:	0
PT39	:	0
FT41	:	9
FT42	:	0
FT43	:	16
FT44	:	0
FT45	:	8
PT41	:	0
PT42	:	0
PT43	:	0
PT44	:	0
PT45	:	0
PT46	:	0
PT47	:	0
PT48	:	0
PT49	:	5
FT51	:	3
FT52	:	0
FT53	:	0
FT54	:	0
FT55	:	12
PT51	:	0
PT52	:	0
PT53	:	0
PT54	:	0
PT55	:	0
PT56	:	4
PT57	:	0
PT58	:	0
PT59	:	0
FT61	:	0
FT62	:	0
FT63	:	0
FT64	:	0
FT65	:	0

PT61 :	5
PT62 :	0
PT63 :	0
PT64 :	0
PT65 :	0
PT66 :	12
PT67 :	0
PT68 :	0
PT69 :	0

Fuente: Elaboración propia

En resumen, la cantidad de teleoperadores TFT y TPT que ingresan a trabajar cada día según su turno se muestra en la tabla 17.

**Tabla 20**

*Teleoperadores requeridos por día*

	<b>TFT</b>	<b>TPT</b>
Lunes	32	8
Martes	30	1
Miércoles	22	10
Jueves	33	5
Viernes	15	4
Sábado	0	17
<b>Total</b>	<b>132</b>	<b>45</b>

Fuente: Elaboración propia

Así mismo se detalla en la tabla 21, la cantidad de teleoperadores TFT Y TPT que se integran en cada turno durante la semana.

**Tabla 21***Teleoperadores asignados por turno*

	Inicio	Fin	FT1	FT2	FT3	FT4	FT5	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5	PT6	PT7	PT8	PT9
p1	03:00	a 04:00	35					6								
p2	04:00	a 05:00	35	19				6	0							
p3	05:00	a 06:00	35	19	38			6	0	0						
p4	06:00	a 07:00	35	19	38	7		6	0	0	0					
p5	07:00	a 08:00	35	19	38	7	33		0	0	0	0				
p6	08:00	a 09:00	35	19	38	7	33			0	0	0	16			
p7	09:00	a 10:00	35	19	38	7	33				0	0	16	18		
p8	10:00	a 11:00	35	19	38	7	33					0	16	18	0	
p9	11:00	a 12:00		19	38	7	33						16	18	0	5
p10	12:00	a 13:00			38	7	33							18	0	5
p11	13:00	a 14:00				7	33								0	5
p12	14:00	a 15:00					33									5

Fuente: Elaboración propia

El modelo proporciona cada de uno de los valores que deben ser asignados a cada variable de decisión, de tal forma que satisfacen la tabla de requerimientos de teleoperadores por día y periodo. Estos valores son los teleoperadores necesarios y óptimos que mejoran la asignación de los TFT y TPT. Las capacidades de teleoperadores según el día y periodo se muestran en la siguiente tabla 22.

**Tabla 22***Capacidad de teleoperadores*

	Inicio	Fin	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
p1	03:00	a 04:00	32	34	32	33	36	32
p2	04:00	a 05:00	51	45	51	52	55	40
p3	05:00	a 06:00	67	83	73	90	93	78
p4	06:00	a 07:00	74	83	80	97	100	85
p5	07:00	a 08:00	102	110	99	117	132	100
p6	08:00	a 09:00	118	126	111	117	136	116
p7	09:00	a 10:00	126	134	129	135	146	126
p8	10:00	a 11:00	126	134	129	135	146	126
p9	11:00	a 12:00	104	106	103	108	116	104
p10	12:00	a 13:00	69	79	72	89	93	80
p11	13:00	a 14:00	45	33	32	33	45	32
p12	14:00	a 15:00	38	33	25	26	38	25

Fuente: Elaboración propia

La asignación de recursos del modelo de PL satisface las restricciones del sistema y técnicas.

Según el resultado se debe aplicar los turnos generados en su totalidad tal cual optimiza la herramienta Open Solver, ya que es la solución óptima que minimiza los costos y que propone mayor flexibilidad de turnos, según las restricciones, variables y parámetros establecidos en el modelo.

### 3.3.4. Situación de la variable dependiente con la propuesta

Con el presente modelo se incrementa la productividad laboral y la productividad en la generación de los horarios de los teleoperadores.

- Cálculo de la productividad laboral actual

$$Productividad\ actual_{laboral} = \frac{Ventas\ mes}{Teleoperadores\ requeridos}$$

$$Productividad\ actual_{laboral} = \frac{4911\ ventas\ mes}{185\ teleoperadores}$$

$$Productividad\ actual_{laboral} = 26.54594\ ventas/teleoperador$$

- Cálculo de productividad laboral propuesta

$$Productividad\ propuesta_{laboral} = \frac{Ventas\ mes}{Teleoperadores\ requeridos}$$

$$Productividad\ propuesta_{laboral} = \frac{4911\ ventas\ mes}{177\ teleoperadores\ requeridos}$$

$$Productividad\ propuesta_{laboral} = 27.74576 \frac{ventas\ mes}{teleoperadores\ requeridos}$$

- Variación de la productividad laboral

$$\Delta\% Productividad_{laboral} = \left( \frac{\left( \frac{Ventas\ mes(t)}{Numero\ de\ empleados\ (t)} \right)}{\left( \frac{Ventas\ mes(t-1)}{Numero\ de\ empleados\ (t-1)} \right)} - 1 \right) * 100$$

$$\Delta\% Productividad_{laboral} = \left( \frac{\left( \frac{4911}{177} \right)}{\left( \frac{4911}{185} \right)} - 1 \right) * 100$$

$$\Delta\% Productividad_{laboral} = 4.52\%$$

La productividad laboral propuesta mejora un 4.52% respecto a la actual del Call Center. Además, mejora en un 5.18% respecto a los costos asociados en personal.

$$\Delta\% Productividad_{soles} = \left( \frac{\left( \frac{Ventas\ mes(t)}{Costo\ de\ personal\ mes(t)} \right)}{\left( \frac{Ventas\ mes(t-1)}{Costo\ de\ personal\ mes(t-1)} \right)} - 1 \right) * 100$$

$$\Delta\% Productividad_{soles} = \left( \frac{\left( \frac{4911}{143685} \right)}{\left( \frac{4911}{151125} \right)} - 1 \right) * 100$$

$$\Delta\% Productividad_{soles} = 5.18\%$$

Se mejora la productividad en la generación de los horarios para los teleoperadores, actualmente en la organización demoran un día (8 horas) en la generación de los horarios, sin embargo, el modelo de PL brinda la programación de los teleoperadores en 5 segundos.

$$\Delta\% Productividad_{Horarios} = \left( 1 - \frac{(5\ segundos)}{(28800\ segundos)} \right) * 100$$

$$\Delta\% Productividad_{Horarios} = 99\%$$

Con lo cual se mejora en un 99%. Además, que los turnos de los TFT y TPT son más flexibles que los actuales, estos se ajustan más a la disponibilidad y preferencias de estos.

### 3.3.5. Análisis beneficio/costo de la propuesta

Para el cálculo beneficio/costo de la propuesta, se parte de la comparación de los beneficios económicos del método actual de asignación de personal y el método propuesto por el modelo de programación lineal. Esto incluye también los costos que se generan para crear los turnos por el método actual. A continuación, se muestra los costos asociados en ambos casos.

El método actual considera 185 teleoperadores en total, con un costo de personal de S/ 151,125.00 al mes, y se emplean un día en la elaboración del

horario, lo cual en termino de dinero S/ 40. Es decir, un costo total de S/ 151,165.00. La tabla 20 indica el costo del método actual.

**Tabla 23**

*Costo del método actual*

<b>Actual</b>	<b>T Full Time</b>	<b>T Part Time</b>	<b>Total</b>
Cantidad	140	45	185
Remuneración (S// mes)	S/ 930.00	S/ 465.00	---
Costo (S// mes)	S/130,200.00	S/20,925.00	S/151,125.00

Fuente: Elaboración propia

El modelo propuesto, considera 177 teleoperadores en total, y demora 5" en generar el horario, tiene un costo total de S/ 140,685.00 al mes. La tabla 24 detalla el costo obtenido con el modelo de programación lineal.

**Tabla 24**

*Costo con el modelo de PL*

<b>Propuesto</b>	<b>T Full Time</b>	<b>T Part Time</b>	<b>Total</b>
Cantidad	132	45	177
Remuneración (S// mes)	S/ 930.00	S/ 465.00	---
Costo (S// mes)	S/122,760.00	S/20,925.00	S/143,685.00

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene un beneficio de S/ 7,480.00 (S/ 151,165.00 – S/ 143,685.00). El costo de implementación de la propuesta se detalla en la tabla 25.

**Tabla 25**

*Inversión de la propuesta*

<b>ITEM</b>	
Modelo de programación de turnos	S/ 1,500.00
Instalación y capacitación	S/ 1,000.00
Laptop Core i5 (en adelante)	S/ 1,800.00
<b>Costo total</b>	<b>S/ 4,300.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Es así que se obtiene un indicador de beneficio/costo de 1.7395.

$$\frac{\textit{Beneficio}}{\textit{Costo}} = \frac{S/ 7,480.00}{S/ 4,300.00}$$

$$\frac{\textit{Beneficio}}{\textit{Costo}} = 1,7395$$

El valor de 1.7395, al ser mayor a “1”, nos indica que se recupera la inversión además de obtener un beneficio de 0.7395 por cada sol invertido en la propuesta.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

De acuerdo al desarrollo de la investigación y el diseño de la propuesta se encontró el problema de la adaptación del método de programación lineal a las distintas formulaciones del problema, debido a las restricciones presentes en el modelo matemático, pese a ello los investigadores evidencian los resultados obtenidos en el Capítulo III, los cuales concluyen lo siguiente.

Se logró diseñar un modelo matemático de optimización de la programación de turnos, la cual beneficia al incremento de la productividad del Call Center, donde se obtuvo un aumento del 4.52% respecto a la actual.

Se consiguió realizar el diagnóstico de la situación actual de la asignación de turnos de un Call Center de ventas a España, en donde la programación de turnos solo se realizaba a base de políticas establecidas por el centro de trabajo.

También se logró determinar las restricciones del Call Center de ventas a España.

Así mismo se logró determinar las variables de decisión del modelo matemático, la cual está representada por la cantidad de teleoperadores full y part time que laboran en un determinado día y turno respectivo.

De igual manera se logró diseñar y proponer un modelo matemático de programación lineal el cual solucionó el problema de la distribución y asignación horaria y turnos de los trabajadores full y part time, estableciendo los requerimientos del modelo.

Se logró determinar el desempeño del modelo matemático, la cual estima una mejora de un 99% respecto a la programación de turnos para los teleoperadores.

Finalmente se evaluó económicamente la propuesta, teniendo un beneficio-costos de 0.7395

## **4.2. Recomendaciones**

Se recomienda implementar y poner en marcha el modelo propuesto para aquellas empresas que se dediquen al rubro de Call Center de ventas a España, ya que optimiza los requerimientos de los teleoperadores, además logra mejoras en la productividad y proporciona horarios más flexibles para los teleoperadores.

Promover la investigación de operaciones a las distintas empresas para la optimización de la programación de turnos de sus colaboradores.

Incentivar el uso del método de programaciones lineales y enteras como solución para distintos problemas relacionadas a la ingeniería o cualquier tipo de problema que puede ser modelado matemáticamente, los cuales se pueden encontrar en una organización.

## REFERENCIAS

- Abanto, C., y Abanto, E. (2018). *Propuesta de mejora aplicada a la programación de turnos de cajeros y dimensionamiento de la cantidad asistentes de venta en una tienda por departamentos que incremente la productividad y satisfacción del cliente* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Alava, F., y Valdivieso, V. (2017). *Propuesta de mejora de procesos de store Audit de Mktrends S.A. para incrementar la productividad.* (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Álvarez, K., y Villegas, M (2019). *Propuesta para la mejora de la productividad en la empresa de calzado Contquin Sport* (Trabajo de grado). Universitaria agustiniana, Bogotá, Colombia
- Banco de Desarrollo de América Latina. (2018). *Los desafíos de Argentina para aumentar la productividad.* Recuperado de <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2018/11/los-desafios-de-argentina-para-aumentar-la-productividad/>
- Castro R., Rubiano Y., y Padilla M. (2017). Análisis de percepción sobre estrategias administrativas y el impacto en la productividad laboral. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 4(8), 61-68. doi: <http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2017.v4.n8.a33>
- Chediak, F. (2013). *Investigación de operaciones.* Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com>
- Cuentas, J. (2017). *Influencia de la adaptación socio laboral en la satisfacción y percepción de la productividad en el trabajo de los colaboradores de la empresa Unión de Cervecerías Peruanas BACKUS Y JOHNSTON S.A.A.- Planta Pucallpa – 2017”* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.

- Delfín, F., y Acosta, M. (2016). Importancia y análisis del desarrollo empresarial. *Revista científica Pensamiento y gestión*, (40), 184-202. doi: <http://dx.doi.org/10.14482/pege.40.8810>
- Deposorio, M. (2017). *Los incentivos laborales y su influencia en la productividad de la empresa Call Center Teletatento del Perú S.A.C., plataforma BBVA continental, de la ciudad de Trujillo-2016* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú, Trujillo.
- Dinero, E. (12 de diciembre del 2018). "Los 'call centers' no se van a acabar": Ana Karina Quessep. *Dinero*. Recuperado de <https://www.dinero.com/empresas/articulo/calls-centers-y-bpo-en-colombia-en-2018/265227>
- Economista, E. (16 de junio del 2019). En lo que va del año se han recaudado 32 millones de soles por compras por teléfono. *El economista América*. Recuperado de <https://www.eleconomistaamerica.pe/economia-eAm-peru/noticias/9933925/06/19/-En-lo-que-va-del-ano-se-han-recaudado-32-millones-de-soles-por-compras-por-telefono.html>
- Fernández, A., y Ramírez, L. (2017). *Propuesta de un plan de mejoras, basado en gestión por procesos, para incrementar la productividad en la empresa distribuciones A & B* (Tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú.
- Fontalvo, T., De la Hoz, E., y Morelos J. (2017). La productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional. *Dimensión Empresarial*, 15(2), 47-60. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/diem/v16n1/1692-8563-diem-16-01-00047.pdf>
- Galindo M., y Ríos V. (2015). Productividad. *Revista Estudios Económicos*, 1, 1-9. Recuperado de [https://scholar.harvard.edu/files/vrios/files/201508\\_mexicoproductivity.pdf](https://scholar.harvard.edu/files/vrios/files/201508_mexicoproductivity.pdf)

- Gallagher, C., y Watson, H. (1982). *Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com>
- García, A., y Ortega, M. (2012). *Programación lineal*. Recuperado de <http://www.iol.etsii.upm.es>
- Gonzales, B., y Suarez, A. (2018). *Desarrollo de un modelo de asignación de horarios en el entorno educativo mediante la programación lineal* (Proyecto de grado). Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, Colombia.
- González, Á., y García, G. (2015). *Manual práctico de investigación de operaciones I (4a. ed.)*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com>
- Guerrero, A. (2015). *La influencia del estrés en la productividad del Call Center de Pague Ya-Grupo Pichincha* (Tesis de maestría). Universidad Andina Simón Bolívar, Ecuador.
- Guerrero, S. (2009). *Programación lineal aplicada*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibsipansp/detail.action?docID=5809699>.
- Julca, C., Malca, A., y Saravia, J. (2016). *Modelo de programación lineal entera para mejorar la productividad del proceso de obtención y procesamiento de la goma de tara de industria nativa S.A.C* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Konecta Perú. (2018). Konecta Perú clausura la primera edición del programa "Integra Chiclayo". Recuperado de <https://www.grupokonecta.com/curso-de-formacion-e-insercion-laboral-integra-chiclayo/>
- Kong, M. (2010). *Investigación de operaciones: Programación lineal. Problemas de transporte. Análisis de redes*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com>

- Labarthe, J. (2017). Personalidad resistente y su relación con el egreso voluntario en call centers. *Revista de Psicología de la Pontificia Universidad Católica del Perú*, 36(1), 239-263. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/psico/v36n1/a09v36n1.pdf>
- Martínez, I., Vértiz, G., López, J., Jiménez, G. y Moncayo, L. (2014). *Investigación de operaciones*. Recuperado de [https://books.google.com.pe/books?id=md3hBAAQBAJ&pg=PR4&dq=investigacion+de+operaciones+%C2%A9+2014,+GRUPO+EDITORIAL+PATRIA,+S.A.+DE+C.V.&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiY0Z7KiL\\_pAhUwhOAKHQLID8QQ6AEIJjAA#v=onepage&q=investigacion%20de%20operaciones%20%C2%A9%202014%2C%20GRUPO%20EDITORIAL%20PATRIA%2C%20S.A.%20DE%20C.V.&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=md3hBAAQBAJ&pg=PR4&dq=investigacion+de+operaciones+%C2%A9+2014,+GRUPO+EDITORIAL+PATRIA,+S.A.+DE+C.V.&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiY0Z7KiL_pAhUwhOAKHQLID8QQ6AEIJjAA#v=onepage&q=investigacion%20de%20operaciones%20%C2%A9%202014%2C%20GRUPO%20EDITORIAL%20PATRIA%2C%20S.A.%20DE%20C.V.&f=false)
- Meller, P. (2019). *Productividad, competitividad e innovación perspectiva conceptual*. Recuperado de <http://www.cieplan.org/wp-content/uploads/2019/09/Perspectiva-Conceptual-e-Interrelaci%C3%B3n-final.pdf>
- Meneses, C. (2017). *Estudio del problema de programación de turnos de enfermería* (Trabajo de grado). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Nemur, L. (2016). *Productividad: Consejos y atajos de productividad para personas ocupadas*. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=sh0aDAAAQBAJ&pg=PT6&dq=productividad&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi5vP-6sMDpAhWuK7kGHTa9Ct0Q6AEIJzAA#v=onepage&q=productividad&f=false>
- Novo, V., Díaz, A., y Perán, J. (2013). *Optimización: Casos prácticos*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com>
- Ortiz, J. (2018). *Aplicación web basada en un método de asignación multicriterio y programación lineal para apoyar la planificación de horarios del personal de*

*seguridad de la municipalidad provincial de Chiclayo* (Tesis de pregrado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.

Ortiz, L., Coronell, R., Ortiz, L., Hamburguer, k., y Orozco, E. (2019). Incidencia del clima organizacional en la productividad laboral en instituciones prestadoras de servicios de salud (IPS): un estudio correlacional. *Revista Latinoamericana de Hipertensión*, 14(2), 187-193. Recuperado de <http://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/3289/IncidenciaClimaOrganizacional.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ortiz, V. (2019). *Modelo de optimización de operaciones para mejorar el servicio de atención médica ocupacional en la Clínica Preventiva SAC, 2019* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Chiclayo, Perú.

Pacheco, I. (2014) *Importancia de un buen servicio al cliente en un Call Center* (Tesis de diplomado). Universidad Militar Nueva Granada, Colombia.

Pérez, M. (2013). *Herramientas de medida de la productividad*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibsipansp/detail.action?docID=5809699>.

Rosas, J. (2017). *Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el proceso de montaje en la línea de producción de reconectores en la empresa resead s.a.c. puente piedra, 2017* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

Sladogna, M. (2017). *Productividad- Definiciones y Perspectivas para la negociación colectiva*. Recuperado de <http://www.relats.org/documentos/ORGSladogna2.pdf>

Suñé, A., Fonollosa, J. B., y Fernández, V. (2016). *Programación lineal: Métodos cuantitativos para la toma de decisiones*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com>

Talledo L., y Ugaz, P. (2019). *Estrés y satisfacción laboral en operadores de un Call Center, Ate, 2018* (Tesis de pregrado). Universidad san Ignacio de Loyola, Perú, Lima.

Verona, J. y Navarro, J. (19 de enero del 2019). Productividad Laboral [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://grupoverona.pe/productividad-laboral/>

Zabala, P. (2006). *Problemas de ruteo de vehículos*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com>

## ANEXOS

### ENTREVISTA DIRIGIDA AL ADMINISTRADOR/COORDINADOR DE UN CALL CENTER

Fecha: ...../...../.....

Nombre de la empresa: .....

Apellidos y Nombres del entrevistado: .....

1. ¿A qué se dedica la empresa?
2. ¿Cómo asignan los turnos en la empresa?
3. ¿La empresa posee alguna herramienta para asignar los turnos?
4. ¿Cuáles son los problemas comunes para la programación de los turnos?
5. ¿Cuántos teleoperadores trabajan en la empresa?
6. ¿Cuántas horas trabajan al día y cuáles son los turnos de trabajo?
7. ¿Cuál es la asignación de teleoperadores por cada turno?
8. ¿Cuál es el horario en el que hay mayor y menor demanda de llamadas?
9. ¿Cuál es el horario de entrada y salida, sabiendo que trabajan con horario español?
10. ¿Cuántos teleoperadores laboran de manera part y full time, y cuántos días a la semana trabajan?
11. ¿Cuánto es el aforo del Call Center?
12. ¿Cuántos ordenadores disponibles se tiene para laborar?
13. ¿Cuántas llamadas se registran por día y por mes?
14. ¿Cuántas ventas se puede hacer en un día y al mes, a nivel de toda la empresa?
15. ¿Cuáles son los días donde se registran más ventas?
16. ¿Cuál es el horario donde se registra más contactibilidad de llamadas y ventas?
17. ¿Cuántas ventas al mes puede hacer un teleoperador como máximo y como mínimo?
18. ¿Qué indicadores de desempeño tienen para los teleoperadores?

## REGISTROS DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL DISEÑO DEL MODELO DE PROGRAMACION DE TURNOS

Fecha: ...../...../.....

Nombre de la empresa: .....

1. Número de teleoperadores en el Call Center: .....

2. Horas de trabajo al día: .....

3. Turnos de trabajo: .....

4. Número de teleoperadores por turno: .....

5. Horas de mayor demanda o mayores ingresos de llamadas: .....

6. Horas de menor demanda o menores ingresos de llamadas:  
.....

7. Hora de ingreso de teleoperadores: .....

8. Hora de salida de los teleoperadores: .....

9. Número de teleoperadores part time: .....

10. Número de teleoperadores full time: .....

11. Días de trabajo por semana: .....

12. Aforo del Call Center: .....

13. Número de ordenadores disponibles para laborar: .....

14. Número de llamadas entrantes por día y por mes: .....

15. Número de ventas realizadas al día y al mes: .....

16. Días donde se vendió más en el mes: .....

17. Horas pico de ventas: .....

18. Número de ventas promedio que suele hacer un teleoperador promedio: ....

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Ficha de Opinión de Experto

Apellidos y nombres del experto: Lily Fanny Zapata Revoredo

Grado Académico: Magister

Cargo e Institución: Docente de la Universidad de San Martín de Porres – Filial Norte.

Nombre del instrumento a validar: Registro de recolección de datos

Autores del instrumento: Reque Rojas Marco Antonio y Vidaurre Bances Jimmy Julio

Título del Proyecto de Tesis: Optimización de la programación de turnos en teleoperadores para el incremento de productividad en un call center de ventas a España.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				18
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				19
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				18
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				19
Viabilidad	Es viable su aplicación				19

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) ..... 19.....

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) ..... Muy bueno.....

Observaciones.....

Fecha: 13-06-2020

Firma: .....

No. Colegiatura 1247 COMAP

**Figura 19.** Validación de instrumento (registro de recolección de datos)

Fuente: Elaboración propia

### REGISTROS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Fecha: .../.../.....

Nombre de la empresa: .....

1. Número de teleoperadores en el Call Center: .....

2. Horas de trabajo al día: .....

3. Turnos de trabajo: .....

4. Número de teleoperadores por turno: .....

5. Horas de mayor demanda o mayores ingresos de llamadas: .....

6. Horas de menor demanda o menor ingresos de llamadas: .....

7. Hora de ingreso de teleoperadores: .....

8. Hora de salida de los teleoperadores: .....

9. Número de teleoperadores part time: .....

10. Número de teleoperadores full time: .....

11. Días de trabajo por semana: .....

12. Aforo del Call Center: .....

13. Número de ordenadores disponibles para laborar: .....

14. Número de llamadas entrantes por día y por mes: .....

15. Número de ventas realizadas al día y al mes: .....

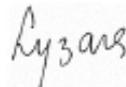
16. Días donde se vendió más en el mes: .....

17. Horas pico de ventas: .....

18. Número de ventas promedio que suele hacer un teleoperador promedio: ....

Fecha: 13-07-2020

Firma:



.....  
No. Colegiatura 1247 COMAP

**Figura 20.** Validación de instrumento (registro de recolección de datos)

Fuente: Elaboración propia

**UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**Ficha de Opinión de Experto**

Apellidos y nombres del experto: Absalón Rivasplata Sánchez.

Grado Académico: Magister

Cargo e Institución: Docente tiempo completo en la Universidad Señor de Sipán.

Nombre del instrumento a validar: Registro de recolección de datos

Autores del instrumento: Reque Rojas Marco Antonio y Vidaurre Bances Jimmy Julio

Título del Proyecto de Tesis: Optimización de la programación de turnos en teleoperadores para el incremento de productividad en un call center de ventas a España.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				17
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				17
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				17
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				17
Viabilidad	Es viable su aplicación				17

**Valoración**

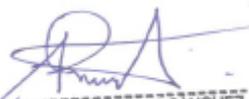
Puntaje: (De 0 a 20) .....17.....

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) .....Muy bueno.....

**Observaciones**

.....  
.....  
.....

Fecha: 11.07.2020



ABSALÓN RIVASPLATA SANCHEZ  
Mg. INGENIERÍA INDUSTRIAL  
INGENIERO QUÍMICO  
Reg. CIP. N° 163595

**Figura 21.** Validación de instrumento (registro de recolección de datos)

Fuente: Elaboración propia

## REGISTROS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Fecha: ...../...../.....

Nombre de la empresa: .....

1. Número de teleoperadores en el Call Center: .....

2. Horas de trabajo al día: .....

3. Turnos de trabajo: .....

4. Número de teleoperadores por turno: .....

5. Horas de mayor demanda o mayores ingresos de llamadas: .....

6. Horas de menor demanda o menor ingresos de llamadas: .....

7. Hora de ingreso de teleoperadores: .....

8. Hora de salida de los teleoperadores: .....

9. Número de teleoperadores part time: .....

10. Número de teleoperadores full time: .....

11. Días de trabajo por semana: .....

12. Aforo del Call Center: .....

13. Número de ordenadores disponibles para laborar: .....

14. Número de llamadas entrantes por día y por mes: .....

15. Número de ventas realizadas al día y al mes: .....

16. Días donde se vendió más en el mes: .....

17. Horas pico de ventas: .....

18. Número de ventas promedio que suele hacer un teleoperador promedio: .....



ABSALÓN RIVASPLATA SANCHEZ  
Mg. INGENIERÍA INDUSTRIAL  
INGENIERO QUÍMICO  
Reg. CIP. N° 163895

**Figura 22.** Validación de instrumento (registro de recolección de datos)

Fuente: Elaboración propia

**UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN**  
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial  
**Ficha de Opinión de Experto**

Apellidos y nombres del experto: Lily Fanny Zapata Revoredo

Grado Académico: Magister

Cargo e Institución: Docente de la Universidad de San Martín de Porres – Filial Norte.

Nombre del instrumento a validar: Guía de entrevista

Autores del instrumento: Reque Rojas Marco Antonio y Vidaurre Bances Jimmy Julio.

Título del Proyecto de Tesis: Optimización de la programación de turnos en teleoperadores para el incremento de productividad en un call center de ventas a España.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				18
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				19
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				18
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				19
Viabilidad	Es viable su aplicación				19

**Valoración**

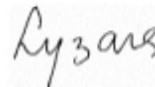
Puntaje: (De 0 a 20) ...19.....

MCalificación: (De Deficiente a Muy bueno) .....Muy bueno.....

**Observaciones**

Fecha:13-07-2020

Firma:



.....  
No. Colegiatura 1247 COMAP

**Figura 23.** Validación de instrumento (entrevista)

Fuente: Elaboración propia

### GUÍA DE ENTREVISTA

Fecha: ...../...../.....

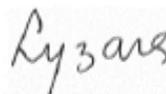
Nombre de la empresa: .....

Apellidos y Nombres del entrevistado: .....

1. ¿A qué se dedica la empresa?
2. ¿Cómo asignan los turnos en la empresa?
3. ¿La empresa posee alguna herramienta para asignar los turnos?
4. ¿Cuáles son los problemas comunes para la programación de los turnos?
5. ¿Cuántos teleoperadores trabajan en la empresa?
6. ¿Cuántas horas trabajan al día y cuáles son los turnos de trabajo?
7. ¿Cuál es la asignación de teleoperadores por cada turno?
8. ¿Cuál es el horario en el que hay mayor y menor demanda de llamadas?
9. ¿Cuál es el horario de entrada y salida, sabiendo que trabajan con horario español?
10. ¿Cuántos teleoperadores laboran de manera part y full time, y cuántos días a la semana trabajan?
11. ¿Cuánto es el aforo del Call Center?
12. ¿Cuántos ordenadores disponibles se tiene para laborar?
13. ¿Cuántas llamadas se registran por día y por mes?
14. ¿Cuántas ventas se puede hacer en un día y al mes, a nivel de toda la empresa?
15. ¿Cuáles son los días donde se registran más ventas?
16. ¿Cuál es el horario donde se registra más contactibilidad de llamadas y ventas?
17. ¿Cuántas ventas al mes puede hacer un teleoperador como máximo y como mínimo?
18. ¿Con que indicadores de desempeño tienen para los teleoperadores?

Fecha: 13-07-2020

Firma:



No. Colegiatura 1247 COMAP

**Figura 24.** Validación de instrumento (entrevista)

Fuente: Elaboración propia

**UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**Ficha de Opinión de Experto**

Apellidos y nombres del experto: Absalón Rivasplata Sánchez.

Grado Académico: Magister

Cargo e Institución: Docente tiempo completo en la Universidad Señor de Sipán.

Nombre del instrumento a validar: Registro de guía de entrevista

Autores del instrumento: Reque Rojas Marco Antonio y Vidaurre Bances Jimmy Julio

Título del Proyecto de Tesis: Optimización de la programación de turnos en teleoperadores para el incremento de productividad en un call center de ventas a España.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				17
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				16
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				17
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				17
Viabilidad	Es viable su aplicación				17

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) ...17...

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) .....Muy Bueno.....

**Observaciones**

.....  
.....

Fecha: 11.07.2020



ABSALÓN RIVASPLATA SANCHEZ  
Mg. INGENIERÍA INDUSTRIAL  
INGENIERO QUÍMICO  
Reg. CIP. N° 163505

**Figura 25.** Validación de instrumento (entrevista)

Fuente: Elaboración propia

## GUÍA DE ENTREVISTA

Fecha: ...../...../.....

Nombre de la empresa: .....

Apellidos y Nombres del entrevistado: .....

1. ¿A qué se dedica la empresa?
2. ¿Cómo asignan los turnos en la empresa?
3. ¿La empresa posee alguna herramienta para asignar los turnos?
4. ¿Cuáles son los problemas comunes para la programación de los turnos?
5. ¿Cuántos teleoperadores trabajan en la empresa?
6. ¿Cuántas horas trabajan al día y cuáles son los turnos de trabajo?
7. ¿Cuál es la asignación de teleoperadores por cada turno?
8. ¿Cuál es el horario en el que hay mayor y menor demanda de llamadas?
9. ¿Cuál es el horario de entrada y salida, sabiendo que trabajan con horario español?
10. ¿Cuántos teleoperadores laboran de manera part y full time, y cuántos días a la semana trabajan?
11. ¿Cuánto es el aforo del Call Center?
12. ¿Cuántos ordenadores disponibles se tiene para laborar?
13. ¿Cuántas llamadas se registran por día y por mes?
14. ¿Cuántas ventas se puede hacer en un día y al mes, a nivel de toda la empresa?
15. ¿Cuáles son los días donde se registran más ventas?
16. ¿Cuál es el horario donde se registra más contactibilidad de llamadas y ventas?
17. ¿Cuántas ventas al mes puede hacer un teleoperador como máximo y como mínimo?
18. ¿Con que indicadores de desempeño tienen para los teleoperadores?



ABSALÓN RIVAS PLATA SANCHEZ  
Mg. INGENIERÍA INDUSTRIAL  
INGENIERO QUÍMICO  
Reg. CIP. N° 163595

**Figura 26.** Validación de instrumento (entrevista)

Fuente: Elaboración propia