



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA ANÁLISIS DE VARIANZA Y ESTUDIO DE SERIES DE  
TIEMPO APLICADOS A LA ROTACIÓN DE PERSONAL EN UNA EMPRESA DEL SECTOR  
BPO (*BUSINESS PROCESS OUTSOURCING*)**

**Werner José Emmanuel Lara Molina**  
Asesorado por: Ing. Otto Werner Molina Arana

Guatemala, julio de 2022



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA ANÁLISIS DE VARIANZA Y ESTUDIO DE SERIES DE  
TIEMPO APLICADOS A LA ROTACIÓN DE PERSONAL EN UNA EMPRESA DEL SECTOR  
BPO (*BUSINESS PROCESS OUTSOURCING*)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**WERNER JOSÉ EMMANUEL LARA MOLINA**  
ASESORADO POR: ING. OTTO WERNER MOLINA ARANA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2022



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Jerez Juarez
EXAMINADORA	Ing. Selvin Estuardo Joachin Juarez
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA ANÁLISIS DE VARIANZA Y ESTUDIO DE SERIES DE TIEMPO APLICADOS A LA ROTACIÓN DE PERSONAL EN UNA EMPRESA DEL SECTOR BPO (*BUSINESS PROCESS OUTSOURCING*)**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 31 de enero de 2022.

**Werner José Emmanuel Lara Molina**







EEFFI-PP-0482-2022

Guatemala, 31 de enero de 2022

Director  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial  
Presente.

Estimado Ing. Urquizú

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **ANÁLISIS DE VARIANZA Y ESTUDIO DE SERIES DE TIEMPO APLICADOS A LA ROTACIÓN DE PERSONAL EN UNA EMPRESA DEL SECTOR BPO (BUSINESS PROCESS OUTSOURCING)**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Todas las áreas - Análisis de datos categóricos**, presentado por el estudiante **Werner Jose Emmanuel Lara Molina** carné número **200313247**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Estadística Aplicada.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

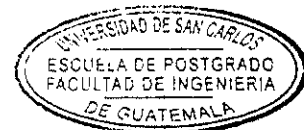
*"Id y Enseñad a Todos"*

Otto W. Molina Arana  
Ms. Ingeniero Industrial  
Colegiado no. 5264

Mtro. Otto Werner Molina Arana  
Asesor(a)

Mtro. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco  
Coordinador(a) de Maestría

Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería







EEP-EIMI-0482-2022

El Director de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **ANÁLISIS DE VARIANZA Y ESTUDIO DE SERIES DE TIEMPO APLICADOS A LA ROTACIÓN DE PERSONAL EN UNA EMPRESA DEL SECTOR BPO (BUSINESS PROCESS OUTSOURCING)**, presentado por el estudiante universitario **Werner Jose Emmanuel Lara Molina**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2022



LNG.DECANATO.OI.529.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA ANÁLISIS DE VARIANZA Y ESTUDIO DE SERIES DE TIEMPO APLICADOS A LA ROTACIÓN DE PERSONAL EN UNA EMPRESA DEL SECTOR BPO (BUSINESS PROCESS OUTSOURCING)**, presentado por: **Werner José Emmanuel Lara Molina**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Esquivel

Decana



Guatemala, julio de 2022

AACE/gaac



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Mis padres**

Heidi Elizabeth Molina Arana y Juan José Lara Bautista (q.e.p.d.), por todo su amor, cuidados y esfuerzo para ayudarme a salir adelante.

### **Mis hermanos**

Andrea, Carlos y Lucía Lara, por todos los momentos compartidos y ser una parte muy importante en mi vida.

### **Mi esposa**

Claudia Linares, por su apoyo incondicional durante los años que hemos estado juntos.

### **Mis hijos**

Adriana Marisa y Diego Fernando, por ser mi mayor fuente de inspiración y motivación para ser una mejor persona cada día.

### **Mis abuelos**

Ruth Arana (q.e.p.d.) y Víctor Manuel Molina (q.e.p.d.), por todos los consejos y el apoyo que me brindaron.





## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi casa de estudios y brindarme la oportunidad de tener una formación académica y profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por todos los conocimientos adquiridos y permitirme desarrollar mis habilidades técnicas e intelectuales.
<b>Mis amigos</b>	Por todos los buenos momentos compartidos, en especial a Lenin Hernández, Rudy Muñiz, Henry Juárez, Jeanny Ramírez, Yuvini Paiz, José Luis Monroy, Ángel Folgar, Oscar Ordoñez, Vinicio Martínez, Enrique Ávila, José Antonio Hurtarte, Gustavo Reyes, Jefreen Peñate y a todos los compañeros del Comité de Huelga de la Facultad de Ingeniería.
<b>Mi tío</b>	Otto Werner Molina Arana por ser una gran influencia en mi carrera y por su ayuda asesorando este trabajo de graduación.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	7
3.1. Contexto general .....	7
3.2. Descripción del problema .....	8
3.3. Formulación del problema .....	8
3.4. Delimitación del problema.....	9
4. JUSTIFICACIÓN .....	11
5. OBJETIVOS .....	13
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN .....	15
7. MARCO TEÓRICO.....	19
7.1. Fundamentos estadísticos .....	19
7.1.1. Pruebas de hipótesis.....	19
7.1.1.1. Hipótesis nula e hipótesis alterna.....	19
7.1.1.2. Estadístico de prueba .....	20
7.1.1.3. Error tipo I y error tipo II .....	20
7.1.2. Pruebas de medias para dos muestras independientes.....	21

7.1.2.1.	Prueba Z para dos muestras independientes .....	22
7.1.2.2.	Prueba t para dos muestras independientes.....	22
7.1.3.	Análisis de varianza.....	23
7.1.3.1.	ANOVA a una vía .....	24
7.1.3.2.	Pruebas Post Hoc.....	27
7.1.3.2.1.	Prueba de Tukey .....	27
7.1.3.3.	ANOVA a dos vías.....	28
7.1.3.4.	ANOVA de dos factores.....	30
7.1.4.	Pruebas de bondad de ajuste.....	31
7.1.4.1.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov.....	31
7.1.4.2.	Prueba de Shapiro-Wilk.....	32
7.1.4.3.	Gráficos Q-Q.....	33
7.1.5.	Pruebas de homocedasticidad.....	34
7.1.5.1.	Prueba de Bartlett.....	35
7.1.6.	Pruebas no paramétricas.....	35
7.1.6.1.	Prueba de Mann-Whitney .....	36
7.1.6.2.	Prueba de Kruskal-Wallis.....	38
7.1.7.	Series Temporales.....	39
7.1.7.1.	Componentes de una serie temporal.....	39
7.1.7.2.	Procesos estocásticos.....	40
7.1.7.2.1.	Procesos estacionarios.....	41
7.1.7.2.2.	Proceso ruido blanco .....	42
7.1.7.2.3.	Procesos no estacionarios.....	42
7.2.	Conceptos y Definiciones .....	43
7.2.1.	<i>Outsourcing</i> .....	43
7.2.1.1.	Tipos de <i>outsourcing</i> .....	44
7.2.1.2.	Business process outsourcing .....	44
7.2.1.2.1.	<i>Voice BPO</i> .....	45
7.2.1.2.2.	<i>Non-voice BPO</i> .....	46
7.2.1.3.	Sector BPO en Guatemala .....	46
7.2.2.	Rotación de personal.....	48
7.2.2.1.	Índice de rotación de personal.....	49
7.2.2.2.	Causas de la rotación de personal .....	50
7.2.2.3.	Costo de la rotación de personal .....	51
7.2.2.3.1.	Costos primarios.....	51
7.2.2.3.2.	Costos secundarios .....	52
7.2.2.3.3.	Costos terciarios .....	52
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	53

9.	METODOLOGÍA.....	57
9.1.	Características del estudio.....	57
9.2.	Unidades de análisis.....	57
9.3.	Variables.....	58
9.4.	Fases del estudio.....	61
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	63
11.	CRONOGRAMA.....	65
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	67
12.1.	Recurso humano .....	67
12.2.	Recursos financieros .....	67
12.3.	Recursos tecnológicos.....	67
12.4.	Acceso a información y permisos .....	68
12.5.	Equipo e infraestructura.....	68
13.	REFERENCIAS.....	69
14.	APÉNDICE .....	75



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Flujograma de actividades.....	17
2.	<i>Gráfico Q-Q</i> .....	34
3.	Cronograma .....	65

### TABLAS

I.	Situaciones posibles al probar una prueba de hipótesis estadística .....	20
II.	Tabla ANOVA de un factor .....	27
III.	Tabla ANOVA a dos vías.....	29
IV.	Tabla ANOVA de dos factores .....	31
V.	Operativización de variables .....	58
VI.	Recursos financieros .....	67





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>H<sub>1</sub></b>	Hipótesis alterna
<b>H<sub>0</sub></b>	Hipótesis nula
<b>IRP</b>	Índice de rotación de personal
<b>μ</b>	Media poblacional
<b>α</b>	Nivel de significancia
<b>%</b>	Porcentaje
<b>σ<sup>2</sup></b>	Varianza poblacional



## GLOSARIO

<b>AGEXPORT</b>	Asociación Guatemalteca de Exportadores
<b>ANOVA</b>	Análisis de Varianza
<b>BPO</b>	<i>Business Process Outsourcing</i> . Tercerización de los procesos internos de una empresa hacia otra empresa especializada.
<b>BACK OFFICE</b>	Actividades de una empresa, que tienen que ver más con áreas administrativas que con el contacto directo con el cliente.
<b>CONTACT CENTER</b>	Punto de contacto entre el cliente y la empresa a través de medios de comunicación como la vía telefónica, el correo electrónico, el <i>chat</i> y la comunicación multimedia por internet.



## RESUMEN

La industria de *Contact Center & BPO* ha tenido un crecimiento acelerado en Guatemala durante los últimos 20 años. Según datos de AGEXPORT, en el 2019 empleaba a más de 42,000 agentes, además de generar alrededor de 105,000 empleos indirectos.

Uno de los mayores retos que enfrenta esta industria, no solo en Guatemala sino a nivel mundial es la alta rotación de personal. Los diferentes *call centers* que operan en el país se encuentran constantemente contratando personal, tanto por crecimiento como para cubrir las bajas que se presentan todos los días.

El propósito de este estudio es identificar algunos de los factores que inciden en la alta rotación de personal, además de proponer un modelo de series temporales que ayude a predecir su comportamiento en el futuro.

Para ello, se utilizarán pruebas de diferencia de medias, análisis de varianza de una y dos vías, así como un estudio de series temporales para identificar si existe tendencia, estacionalidad y/o autocorrelación.



# 1. INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta el diseño de investigación para el trabajo de graduación de la maestría en Estadística Aplicada. Este trabajo busca aplicar los conocimientos estadísticos adquiridos para analizar un problema de ámbito laboral.

El problema que se analizará es la rotación de personal en una empresa del sector BPO (*Business Process Outsourcing*) ubicada en la ciudad de Guatemala, la cual necesita contratar más de 60 trabajadores nuevos cada semana debido a la alta rotación existente.

Es importante abordar este tema porque la alta rotación de personal es un problema que afecta al sector BPO en general, no solo en Guatemala sino a nivel internacional. Según Hualde, Tolentino y Jurado (2014), los *call centers* de la India tienen una rotación anual de entre 50 % y 60 %, mientras que en algunos *call centers* de Argentina, es de un 100% anual.

La investigación propuesta pretende identificar algunos factores que afecten la rotación de personal en la mencionada empresa. Asimismo, busca describir el comportamiento de la rotación, a través del tiempo y encontrar el modelo que mejor se ajuste para pronosticar su comportamiento futuro. Los resultados que se obtengan serán de utilidad para los departamentos de planificación, operaciones y recursos humanos de la compañía ya que les permitirán mejorar sus proyecciones a corto y mediano plazo, además de permitirles enfocar sus planes de retención en las cuentas que más lo necesiten.

Para ello, se analizará la influencia que la edad de los trabajadores, el hecho de ser estudiantes o no al momento de trabajar en la empresa, así como la jornada laboral y el tipo de cuenta para las que fue contratado el trabajador tienen en la antigüedad que estos llegan a tener en la institución.

Se estudiará a todos los trabajadores contratados por la empresa entre los años 2016 y 2020 y se realizarán pruebas de diferencia de medias y análisis de varianza para intentar determinar si los factores elegidos tienen influencia o no en el tiempo total que los trabajadores permanecen ligados a la compañía desde que son contratados hasta que son dados de baja, ya sea de manera voluntaria o involuntaria.

También se realizará un análisis de series temporales para identificar si existe tendencia, estacionalidad y/o auto correlación en el índice de rotación de personal mensual de la empresa, para proponer un modelo que pronostique su comportamiento.

En cuanto a la factibilidad de la investigación, se cuenta con la autorización del departamento de Recursos Humanos de la compañía, que permitirá tener acceso a las bases de datos y archivos históricos de la compañía, además de contar con el equipo, mobiliario y software necesario para realizar el análisis. El financiamiento del proyecto será realizado en su totalidad por el estudiante investigador.



## 2. ANTECEDENTES

Se han realizado diferentes investigaciones tratando de encontrar las variables más influyentes en la rotación de personal, tanto en empresas de *outsourcing*, como en otros tipos de industrias, a continuación algunos ejemplos de ellas:

Amaya (2016) realizó un modelo de series de temporales para pronosticar la rotación de personal en una compañía del sector BPO (*Business Process Outsourcing*) ubicada en Colombia. Dicho estudio concluyó que el modelo ARIMAX es el más robusto para pronosticar la rotación de dicha empresa. En esta investigación, se utilizarán también las series temporales para tratar describir y realizar un pronóstico de la rotación en la empresa que se está analizando.

Domínguez (2015) analizó la rotación de personal en una empresa colombiana dedicada a actividades de consultoría informática. El autor concluye que “las causas que más afectan en la rotación de personal son: el salario, oportunidades de carrera, reconocimiento, cooperación entre áreas, balance vida-trabajo e innovación.” (p. 2)

Pauta (2019) estudió los factores que reducen la rotación del personal en las PYMES de Guayaquil, Ecuador, realizando una encuesta en 121 PYMES para determinar qué es lo que contribuye a que los empleados decidan permanecer en dichas organizaciones. Con estos datos realizó análisis multivariados utilizando modelos de regresión logística y análisis factorial, para estimar qué factores hacen que la gente se quede más tiempo trabajando, y propone que el

factor que tiene más incidencia es la diversión en el trabajo. Dentro de sus recomendaciones indica: “Conocer también la edad de las personas que se quedan en la empresa y los factores que hacen que se queden nos podría ayudar a comprender como influyen los más jóvenes en la rotación de personal de las empresas del mundo actual.” (p. 51)

Monsalve (2019) explica que la rotación de personal es un problema que se presenta constantemente en las empresas del sector BPO, por lo que investigó cuáles son las variables más influyentes en la permanencia de sus empleados. En su investigación observó que el 38.34 % de los retiros se dieron durante los primeros tres meses de trabajo, lo cual atribuye a que la oferta laboral no queda clara desde el inicio y que los agentes tienen otras expectativas distintas. También indica que muchas personas trabajan en empresas de BPO mientras terminan sus estudios y pueden aplicar a otro empleo o a realizar sus prácticas profesionales, lo que aumenta el número de retiros de trabajadores con más de nueve meses de antigüedad.

Paredes (2020) investigó los factores relacionados con el ausentismo y la rotación de personal en los centros de llamadas de Barranquilla, Colombia. Dicha investigación concluye que la edad de los colaboradores, el cargo que ocupen y su antigüedad dentro de la empresa, son factores influyentes en la rotación y en el ausentismo de los mismos.

Labarthe (2018) analizó los factores de la personalidad que tienen influencia en la decisión de abandonar voluntariamente el trabajo en *call centers*. Utilizó estudios de correlación de variables, pruebas de chi-cuadrado y análisis de regresión logística binaria, concluyendo que los trabajadores con un menor nivel de escolaridad son los que permanecen mayor tiempo en la organización.

Jaén y Morales (2020) analizaron la rotación de personal en los *call centers* de la ciudad de San Pedro, Costa Rica. En su investigación encontraron que la mayoría de trabajadores de estas empresas son jóvenes y solteros, por lo que tienen menos responsabilidades económicas y esto les permite cambiar de trabajo sin mayores problemas.

Reyes, Maynez-Guaderrama, Cavazos y Hernández (2018) realizaron un estudio con trabajadores operativos de Ciudad Juárez, Chihuahua, México, concluyendo que el cinismo del empleado y el agotamiento emocional influyen directa y significativamente sobre la intención que tienen dichos trabajadores de renunciar a sus empleos.

Hernández y Morales (2017) investigaron las condiciones laborales de los *call centers* de la zona metropolitana de Guadalajara, México, para lo que entrevistaron a varios trabajadores de los distintos *call centers* de esa zona. Muchos de los entrevistados indicaron que habían ingresado a esa industria como algo temporal, mientras terminan sus estudios o mientras sus hijos crecen.

Centeno, Chala, Chávez y Zúñiga (2018) desarrollaron un plan de negocios para la creación de un *call center* de cobranzas en Perú. Este plan está enfocado en “el desarrollo de una cultura organizacional que reduzca los niveles de rotación y maximice los niveles de productividad.” (p. 6). Dentro de su estudio de mercado, realizaron un *focus group* con personas que habían trabajado anteriormente en *call centers* de cobranzas en el cual los entrevistados indicaron que “Las personas se retiran de los *call centers* porque consiguen trabajos más estables, cansancio por largas jornadas de trabajo y por el pago y beneficios que no recibían.” (p.56).

Varias de las investigaciones anteriores nos hacen pensar que los trabajadores que estudian mientras están trabajando en la empresa, son propensos a renunciar en caso de conseguir otro empleo relacionado a su área de estudios, por lo que uno de los factores a investigar en este trabajo será la influencia que tiene el hecho de estar o no estudiando, en el tiempo que el trabajador permanece ligado a la empresa.

Otro factor presente en varias de las investigaciones antes mencionadas es la edad de los trabajadores. Debido a ello, esta investigación también tratará de estimar el efecto que tiene la edad en el tiempo que los trabajadores permanecen en la empresa.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **3.1. Contexto general**

La rotación de personal se refiere al número de trabajadores que entran y salen de una empresa en un tiempo determinado. Una rotación de personal alta representa elevados costos para una organización, desde los costos asociados al reclutamiento y selección de personal para reemplazar a los trabajadores que abandonan la institución, hasta disminución en la producción debido a tener menos trabajadores de los necesarios y debido al tiempo de adaptación de los nuevos empleados para tener un desempeño adecuado.

Una empresa del sector BPO (*Business Process Outsourcing*) dedicada a la atención de clientes por medio de llamadas telefónicas, chat y/o correo electrónico, ha observado que su índice de rotación de personal se mantiene elevado (aproximadamente 3% semanal).

Esto ocasiona costos elevados en reclutamiento y selección de personal nuevo, pues cada semana tiene que contratar nuevos empleados, además de que en ocasiones causa dificultades para poder manejar la cantidad de contactos requeridos por las distintas empresas para las que trabaja porque no se cuenta con la cantidad de trabajadores necesaria. Por ello se desea conocer las principales causas que ocasionan esta elevada rotación de personal.

La empresa cuenta con varios clientes y cada agente contratado trabaja únicamente para uno de estos, por lo que la planificación de contrataciones se realiza por separado para cada uno de los clientes (internamente llamados

cuentas). Se ha observado que no todas las cuentas tienen la misma rotación de personal, en algunas es mayor y en otras es menor, por lo que se necesita establecer los factores que influyen en que unas cuentas tengan una rotación más elevada.

### **3.2. Descripción del problema**

Se sabe que la rotación de personal es alta en la mayoría de empresas del sector, no solo en Guatemala sino a nivel mundial. Sin embargo, se desconoce los factores más influyentes en esta rotación. Además, la empresa no cuenta con ninguna herramienta que permita predecir qué tan elevada será la rotación de personal en los siguientes meses, y las proyecciones de la misma se realizan de manera empírica.

No se sabe si la edad de los trabajadores o el hecho de estar estudiando, afecta de manera significativa el tiempo total que permanecen en la empresa, desde que son contratados hasta que son dados de baja, ya sea de manera voluntaria o involuntaria. También se desconoce si el tiempo promedio que un trabajador permanece ligado a la empresa cambia significativamente según la jornada laboral o según el tipo de cuenta a la que esté asignado.

### **3.3. Formulación del problema**

- Pregunta central

¿Cuáles son los factores que provocan que la rotación de personal en la empresa sea elevada?

- Preguntas auxiliares

- ¿Qué efecto tiene la edad de los trabajadores en el tiempo que estos permanecen trabajando para la empresa, desde su contratación hasta su retiro de la misma?
- ¿Cuál es la diferencia entre la antigüedad promedio que alcanzan los empleados que están estudiando y los que no están estudiando?
- ¿Cuál es el efecto de la jornada laboral y del tipo de cuenta a que los agentes están asignados en la antigüedad que estos alcanzan en la empresa?
- ¿Cuál es el comportamiento del índice de rotación de personal de la empresa durante los distintos meses del año, y qué eventos hacen que aumente o disminuya?

### **3.4. Delimitación del problema**

Se analizará en una empresa del sector BPO (*Business Process Outsourcing*) dedicada a la atención al cliente por medio de llamadas telefónicas, chat y/o correo electrónico, ubicada en la zona 13 de la ciudad de Guatemala, considerando a los empleados contratados entre los años 2016 y 2020.





## 4. JUSTIFICACIÓN

La investigación propuesta se enmarca dentro de las líneas de investigación de análisis de datos categóricos y pronósticos; y su propósito es conocer los factores que hacen que se incremente la rotación de personal en la empresa antes mencionada.

Es importante contar con un método confiable para predecir el comportamiento de la rotación de personal a través del tiempo, porque se sabe que siempre va a existir dentro de esta industria.

Un estudio de este tipo es necesario, porque la empresa necesita planificar con anticipación las contrataciones que realizará durante el año en cada una de sus cuentas, porque debido a la falta de previsión muchas veces se necesita contratar personal para varias de las cuentas al mismo tiempo y en un período corto de tiempo, lo que hace más difícil llegar a las metas de contratación para el departamento de reclutamiento y hace que varias de las cuentas no obtengan la cantidad necesaria de nuevos agentes contratados.

Los resultados esperados con este estudio son: identificar las características que influyen en que un trabajador tienda a permanecer más tiempo ligado a la empresa, conocer que tipos de cuentas y que jornadas tienden a tener una mayor rotación de personal y predecir en qué meses se observa una mayor cantidad de renunciadas.

La empresa se verá beneficiada con este estudio, pues al conocer las cuentas y jornadas con mayor rotación de personal, enfatizará sus planes de

retención. Asimismo, se priorizará la contratación de trabajadores, cuyo perfil sea más propenso a permanecer dentro de manera más prolongada.

Los departamentos de la empresa que se verán beneficiados con esta investigación serán reclutamiento, planeación y operaciones.

## 5. OBJETIVOS

### General

Describir el comportamiento estadístico de la rotación de personal en la empresa entre los años 2016 y 2020, utilizando pruebas de hipótesis, análisis de varianza y series de tiempo, para identificar los factores que provocan que la rotación de personal sea elevada.

### Específicos

- Comparar el tiempo que permanecen ligados a la empresa los trabajadores pertenecientes a diferentes rangos de edad, por medio de un análisis de varianza, para establecer cómo influye su edad en relación a su permanencia dentro de la empresa.
- Contrastar el tiempo que permanecen trabajando para la empresa, los trabajadores que estudian y los que no, por medio de una prueba de hipótesis de diferencia de medias, para identificar si existe una diferencia significativa entre ellos.
- Comparar el tiempo que permanecen trabajando para la empresa, los trabajadores de las tres diferentes jornadas (diurna, nocturna y mixta), y de los tres tipos de cuenta (voz, chat y correo electrónico), por medio de un análisis de varianza de dos factores, para establecer si existen diferencias

significativas entre las diferentes combinaciones de jornadas y tipos de cuenta.

- Analizar el comportamiento del índice de rotación de personal mensual de la empresa, por medio de un análisis de series de tiempo, para identificar si existe estacionalidad, tendencia o autocorrelación.

## 6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN

Actualmente, las proyecciones de la rotación de personal se realizan de forma empírica, por lo que es necesario conocer los factores que la afectan para hacer mejores estimaciones. Los resultados de este estudio le servirán al departamento de planificación de la empresa para anticipar el comportamiento que tendrá la rotación de personal durante los distintos meses del año. También ayudarán al departamento de operaciones para conocer a qué tipos de cuentas o a qué jornadas laborales necesitan prestarles mayor atención, para enfocar sus estrategias de retención del personal.

El primer paso consistirá en recolectar la información. Para ello, se tomarán los datos históricos del departamento de Recursos Humanos de la empresa, considerando como población a todos los empleados que hayan sido contratados como agentes entre los años 2016 y 2020.

Luego se procederá a realizar las diferentes pruebas estadísticas. Para los primeros tres objetivos, se analizará la rotación de personal desde el punto de vista de la antigüedad, en días, que llegan a alcanzar los trabajadores desde que son contratados hasta que finaliza la relación laboral, ya sea de manera voluntaria (renuncia o abandono laboral) o involuntaria (despido). Este enfoque fue utilizado anteriormente por *Littlewood* (2004) en su estudio sobre variables afectivas y cognitivas asociadas a la rotación de personal.

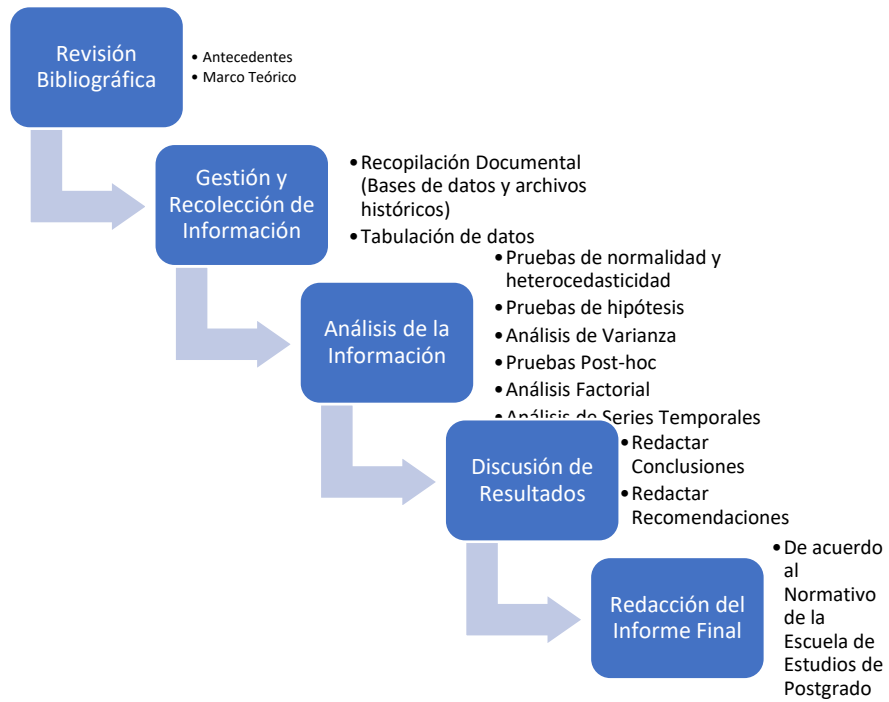
Para el primer objetivo, se dividirá a la población en cuatro grupos según su rango de edad, siendo estos: menor de 20 años, entre 20 y 29 años; entre 30 y 40 años y mayor de 40 años; para el segundo objetivo, se dividirán en dos

grupos: estudiantes y no estudiantes y para el tercer objetivo, se analizarán dos factores: tipo de cuenta: teléfono, chat o correo electrónico y jornada laboral: diurna, nocturna y mixta, teniendo un total de nueve grupos con las diferentes combinaciones de tipo de cuenta y jornada laboral.

Para el primer objetivo se utilizará un ANOVA a una vía, realizando luego, de ser necesaria, una prueba de Tukey para identificar entre qué pares de medias existe una diferencia significativa; para el segundo, como se tienen únicamente dos grupos, se realizará una prueba de diferencia de medias. Por su parte, en el tercer objetivo se usará un ANOVA de dos factores.

En el cuarto objetivo, se desea describir el comportamiento del índice de rotación de personal a través del tiempo, por lo que se realizará un análisis de series temporales para identificar si existe tendencia, estacionalidad y/o autocorrelación. La serie temporal corresponderá al índice de rotación de personal mensual, desde enero de 2016 hasta octubre de 2021.

Figura 1. Flujograma de actividades



Fuente: Elaboración propia, realizado con Word.





## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. Fundamentos estadísticos**

A continuación, se explicarán los fundamentos estadísticos que servirán de base para el análisis de esta investigación.

#### **7.1.1. Pruebas de hipótesis**

“Una hipótesis es una suposición o inferencia sobre el valor desconocido de un parámetro” (Webster, 2000, p 197).

Walpole, Myers, Myers y Ye (2012) indican que nunca se sabe con certeza absoluta si una hipótesis estadística es falsa o verdadera, a menos que se examine a toda la población, sin embargo, esto generalmente es poco práctico. En lugar de estudiar a toda la población, se toma solamente una muestra de ella y a partir de ésta se busca evidencia para rechazar o aceptar la hipótesis.

##### **7.1.1.1. Hipótesis nula e hipótesis alterna**

Para probar una hipótesis estadística, se plantea una hipótesis nula ( $H_0$ ) y una hipótesis alterna ( $H_1$ ). La hipótesis alterna generalmente representa la pregunta que se quiere responder o la teoría que se desea probar, mientras que la hipótesis nula es el opuesto o el complemento lógico de la hipótesis alterna. Al desarrollar la prueba de hipótesis, se llega a una de dos conclusiones: si se encuentra evidencia suficiente en los datos, se rechaza  $H_0$  en favor de  $H_1$ ;

mientras que, si no se encuentra evidencia suficiente, no se rechaza  $H_0$ . (Walpole et al., 2012).

### 7.1.1.2. Estadístico de prueba

Un estadístico es una variable aleatoria que permite inferir sobre algún aspecto que nos interese de una población, extrayendo información de la muestra. (Huertas, 2020).

### 7.1.1.3. Error tipo I y error tipo II

Al intentar probar una hipótesis estadística, existe la posibilidad de llegar a conclusiones erróneas, es decir, rechazar una hipótesis que es verdadera o, por el contrario, no rechazar una hipótesis que es falsa.

Cuando se rechaza una hipótesis nula verdadera, se comete un error tipo I, mientras que al no rechazar una hipótesis nula falsa se comete un error tipo II. (Daniel, 2005)

Tabla I. **Situaciones posibles al probar una prueba de hipótesis estadística**

	$H_0$ es verdadera	$H_0$ es falsa
No Rechazar $H_0$	Decisión Correcta	Error Tipo II
Rechazar $H_0$	Error Tipo I	Decisión Correcta

Fuente: Walpole et al., 2012

El nivel de significancia de una prueba es la probabilidad que existe de cometer un error tipo I en la misma y se denota con la letra griega  $\alpha$ , mientras que la probabilidad de cometer un error tipo II se denota con la letra griega  $\beta$ . La potencia de la prueba es la probabilidad de no cometer un error tipo II y esta es igual a  $1-\beta$ . (Walpole et al, 2012)

Walpole et al. (2012) también indican que ambos errores están relacionados ya que para un tamaño muestral fijo, la probabilidad de cometer uno de ellos generalmente aumentará al disminuir la probabilidad de cometer el otro tipo de error. Afortunadamente, aumentando el tamaño de la muestra se reduce la probabilidad de ambos.

### **7.1.2. Pruebas de medias para dos muestras independientes**

Si se tienen dos muestras que son independientes entre sí, existen diferentes pruebas para inferir si fueron extraídas de poblaciones con medias diferentes. Cuando se conocen las varianzas de ambas poblaciones se recomienda utilizar una prueba Z para dos muestras independientes, pero si no se conocen, es más apropiado usar una prueba t. (Sheskin, 2000). Cabe mencionar que en ambas pruebas las muestras deben de pertenecer a poblaciones que siguen una distribución normal.

Para estas pruebas se pueden formular generalmente las siguientes hipótesis:

1.  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 ; H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$
2.  $H_0: \mu_1 - \mu_2 \geq 0 ; H_1: \mu_1 < \mu_2 \neq 0$
3.  $H_0: \mu_1 - \mu_2 \leq 0 ; H_1: \mu_1 > \mu_2 \neq 0$

Sin embargo, también se puede plantear la hipótesis nula de que la diferencia de las medias es igual, menor o mayor que cualquier valor distinto de 0. (Daniel, 2005).

### 7.1.2.1. Prueba Z para dos muestras independientes

Daniel (2005) explica que para probar la hipótesis nula de que dos poblaciones normales con varianzas conocidas tienen medias iguales, el estadístico de prueba a utilizar es:

$$z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \quad (\text{Ec.1})$$

### 7.1.2.2. Prueba t para dos muestras independientes

Según Walpole et al. (2012) en la mayoría de situaciones en las que se utilizan pruebas de hipótesis sobre dos medias, las varianzas poblacionales son desconocidas. En estos casos, si se asume que ambas distribuciones son normales y que ambas varianzas poblacionales son iguales, se puede usar la prueba t de dos muestras. El estadístico que se utiliza es:

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - d_0}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde,

$$S_p^2 = \frac{S_1^2(n_1 - 1) + S_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2} \quad (\text{Ec. 3})$$

Con grados de libertad:

$$v = n_1 + n_2 - 2 \quad (\text{Ec. 4})$$

No siempre se puede suponer que las varianzas son iguales. En esos casos, el estadístico

$$T' = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{n_1 + n_2}}} \quad (\text{Ec. 5})$$

Tiene una distribución t aproximada con grados de libertad aproximados

$$v = \frac{\left(\frac{s_1^2 + s_2^2}{n_1 + n_2}\right)^2}{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2 / (n_1 - 1) + \left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2 / (n_2 - 1)} \quad (\text{Ec. 6})$$

### 7.1.3. Análisis de varianza

Muchas veces se necesita probar la hipótesis de diferencia de medias para más de dos poblaciones. Un procedimiento comúnmente utilizado en estos casos es el análisis de varianza, también llamado ANOVA.

El análisis de varianza “está diseñado específicamente para probar si dos o más poblaciones tienen la misma media. (...) Más específicamente, el procedimiento se puede utilizar para determinar si cuando se aplica un tratamiento en particular a una población, éste tendrá un impacto significativo en su media.” (Webster, 2000, p 272).

Webster (2000) indica también que el uso del ANOVA se originó en la agricultura, donde el término tratamiento se utiliza cuando se aplican diferentes fertilizantes a distintas parcelas de tierra para estudiar las diferencias en el rendimiento promedio de los cultivos. Actualmente, el término tratamiento se usa para designar las diversas clasificaciones en cualquier situación de la cual se desea hacer una comparación de las medias.

### 7.1.3.1. ANOVA a una vía

Conocido como “diseño completamente aleatorizado”, o “ANOVA a una vía”, en este modelo “las k poblaciones diferentes se clasifican con base en un criterio único, como tratamientos o grupos distintos.” (Walpole et al., 2012 p 509). A este criterio de clasificación se le denomina factor y los diferentes tratamientos o grupos se llaman niveles.

Walpole et al. (2012) continúan diciendo que en este análisis se supone que las k poblaciones son independientes, siguen una distribución normal con medias  $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$  y tienen la misma varianza  $\sigma^2$ . La hipótesis para esta prueba son las siguientes:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

*H<sub>1</sub>: al menos dos medias no son iguales*

El ANOVA se basa en comparar la cantidad de variación existente en cada tratamiento. Si la variación entre un tratamiento y otro es significativamente alta, puede decirse que el efecto de cada tratamiento es diferente en las poblaciones. Este efecto del tratamiento puede detectarse si se observa que la variación es significativamente más alta entre las muestras que dentro de las mismas. (Webster, 2000).

Webster (2000) explica que existen diversas circunstancias aleatorias que pueden producir variación dentro de las muestras, pero como todas las observaciones reciben el mismo tratamiento, las variaciones no serán provocadas por él. Ahora bien, las mismas causas aleatorias que ocasionan la variación dentro de las muestras, pueden producir también variaciones entre las distintas muestras, sumado esto a la influencia adicional que los tratamientos

diferentes puedan tener. Es decir, que al recibir cada muestra un tratamiento distinto, puede existir un “efecto del tratamiento”.

Se tienen entonces tres diferentes variaciones: la variación ocasionada por los diferentes tratamientos; la variación que producen elementos aleatorios dentro de los tratamientos, también llamada variación del error y la variación total, que es la suma de ambas. Conociendo el valor de estas tres variaciones se puede calcular las tres “sumas de cuadrados”: la suma de cuadrados de los tratamientos (SCTR), la suma de cuadrados del error (SCE) y la suma de cuadrados total (SCT). (Webster, 2000).

$$\mathbf{SCT = SCTR + SCE} \quad (\text{Ec. 7})$$

A continuación, se encuentran las fórmulas para cada una de ellas:

$$\mathbf{SCT = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k (y_{ij} - \bar{y})^2} \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde,  $y_{ij}$  es la observación  $i$ ésima en la muestra  $j$ ésima,  $\bar{y}$  es la media de todas las observaciones de todas las muestras,  $r$  es el número de observaciones de cada muestra y  $k$  es el número de muestras o tratamientos.

$$\mathbf{SCTR = \sum_{j=1}^k r_j (\bar{y}_j - \bar{y})^2} \quad (\text{Ec.9})$$

Donde,  $\bar{y}_j$  es la media de cada tratamiento.

$$\mathbf{SCE = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k (y_{ij} - \bar{y}_j)^2} \quad (\text{Ec. 10})$$

Un cuadrado medio se obtiene dividiendo cada suma de cuadrados dentro de sus respectivos grados de libertad. Este procedimiento es el equivalente a calcular una varianza muestral. (Webster, 2000):

$$s^2 = \frac{\sum(y_i - \bar{y})^2}{n-1} \quad (\text{Ec. 11})$$

Los cuadrados medios se calculan, entonces, con las siguientes fórmulas:

$$\text{CMT} = \frac{SCT}{n-1} \quad (\text{Ec. 12})$$

$$\text{CMTR} = \frac{SCTR}{k-1} \quad (\text{Ec. 13})$$

$$\text{CME} = \frac{SCE}{n-k} \quad (\text{Ec. 14})$$

Donde, “n es el número total de observaciones de todas las muestras y k es el número de tratamientos.” (Webster, 2000, p. 279)

Entonces, “el análisis de varianza es una relación de la variación entre muestras con la variación dentro de las muestras. Si los tratamientos diferentes tienen efectos diferentes, la variación entre muestras crecerá, haciendo que la razón aumente.” (Webster, 2000, p. 276). “Esta razón de varianzas (R.V.) es la razón entre el CMTR y el CME (...) y sigue una distribución F con k - 1 grados de libertad en el numerador y n - k grados de libertad en el denominador.” (Daniel, 2005, p. 307)

$$F = \frac{\text{CMTR}}{\text{CME}} \quad (\text{Ec. 15})$$

Habitualmente se resumen los resultados del ANOVA en una tabla:



Tabla II. **Tabla ANOVA de un factor**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Tratamientos	SCTR	k – 1	CMTR	CMTR/CME
Error	SCE	n – k	CME	
Total	SCT	n – 1		

Fuente: Adaptado de Webster (2000)

### 7.1.3.2. Pruebas Post Hoc

Cuando se rechaza la hipótesis nula de la igualdad de medias en un análisis de varianza, no se sabe aún cuáles medias poblacionales son diferentes y cuáles son iguales. A menudo es de interés comparar cada par de tratamientos, sin embargo, el intentar comparar todos los pares posibles presenta muchas dificultades, pues el nivel de significancia será bastante grande. (Walpole et al., 2012).

Las pruebas Post Hoc permiten hacer estas comparaciones por pares reduciendo el nivel de significancia. Se explicará a continuación una de ellas:

#### 7.1.3.2.1. Prueba de Tukey

Webster (2000) indica que el criterio de Tukey, T, está dado por:

$$T = q_{\alpha, c, n-k} \sqrt{\frac{CME}{r}} \quad (\text{Ec. 16})$$

Donde “q tiene una distribución de rangos estudentizada con k y n-k grados de libertad y  $\alpha$  es el nivel de significancia seleccionado.” (Webster, 2000, p. 284)

Continúa Webster (2000) explicando que el valor de T:

se compara con la diferencia absoluta entre cada par de medias muestrales. Si cualquier par de medias muestrales tiene una diferencia absoluta mayor que el valor crítico, se puede concluir a un nivel  $\alpha$  que sus medias poblacionales respectivas no son iguales. (p. 284)

Para utilizar el procedimiento antes descrito, todas las muestras deben tener el mismo tamaño. Sin embargo, Daniel (2005) indica que, si los tamaños de las muestras son diferentes, puede sustituirse  $r$  en la ecuación 16 por  $r_j^*$ , que es el más pequeño de los tamaños de muestra de las dos medias muestrales que se compararán. Este criterio de prueba, identificado como  $T^*$  está dado por:

$$T^* = q_{\alpha, c, n-k} \sqrt{\frac{CME}{r_j^*}} \quad (\text{Ec. 17})$$

Luego se comparan las diferencias absolutas de cada par de muestras con su respectivo valor de  $T^*$  y se considera significativo si es mayor que éste.

### 7.1.3.3. ANOVA a dos vías

En el ANOVA de una vía, se considera un solo factor que influencia a las unidades experimentales, sin embargo, frecuentemente se encuentra otra influencia exterior que puede impactar a las unidades de estudio. (Webster, 2000). Cuando este factor externo es conocido y controlable se puede usar el ANOVA a dos vías, conocido también como diseño de bloques completos aleatorizados, para sistemáticamente eliminar su efecto sobre las comparaciones estadísticas entre los tratamientos. (Montgomery, 2004).

En el ANOVA a dos vías, “la suma de cuadrados total se divide en tres partes: la suma de cuadrados del tratamiento (SCTR), suma de cuadrados del error (SCE) y la suma de cuadrados de bloques (SCBL).” (Webster, 2000, p 290). Entonces,

$$SCT = SCTR + SCE + SCBL \quad (\text{Ec. 18})$$

Cada suma de cuadrados está dada por:

$$SCT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b (y_{ij} - \bar{y})^2 \quad (\text{Ec. 19})$$

$$SCTR = b \sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y})^2 \quad (\text{Ec. 20})$$

$$SCBL = k \sum_{j=1}^b (y_j - \bar{y})^2 \quad (\text{Ec. 21})$$

$$SCE = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b (y_{ij} - \bar{y}_i - \bar{y}_j + \bar{y})^2 \quad (\text{Ec. 22})$$

Donde k representa el número de tratamientos y b el número de bloques.

Al igual que en el ANOVA a una vía, los cuadrados medios se obtienen dividiendo cada suma de cuadrados dentro de sus respectivos grados de libertad. Estos valores se representan también en una tabla:

Tabla III. **Tabla ANOVA a dos vías**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Tratamientos	SCTR	k - 1	CMTR	CMTR/CME
Bloques	SCBL	b - 1	CMBL	
Error	SCE	(k - 1)(b - 1)	CME	
Total	SCT	kb - 1		

Fuente: Adaptado de Walpole et al. (2012)

#### 7.1.3.4. ANOVA de dos factores

En el diseño por bloques, se reconoce la existencia de un segundo factor influyente en las unidades experimentales, pero no se tiene interés en analizar ese factor, sino que se intenta eliminar su impacto. El análisis de varianza de dos factores, conocido también como análisis factorial, se utiliza para probar el efecto de dos factores de manera simultánea. (Webster, 2000).

Continúa Webster explicando que cada factor tiene más de un nivel. El factor A tiene a niveles y el factor B tiene b niveles, por tanto, existen  $a \times b$  combinaciones posibles. Cada una de esas combinaciones es un tratamiento.

Por su parte, Daniel (2005) indica que en el análisis factorial no sólo es posible estudiar los efectos de los factores individualmente, sino también la interacción entre los factores. “Existe interacción entre dos factores si un cambio en uno de los factores produce un cambio en la respuesta en un nivel del otro factor diferente del que se produce en otros niveles de este factor.” (Daniel, 2005, p 343).

Al analizar el efecto de los dos factores, también se desea comprobar si existe interacción, por tanto, se deben de calcular tres razones de varianza: una para cada factor y una para la interacción. Esta R.V. se calcula dividiendo cada cuadrado medio (los de cada factor y el de la interacción) dentro del cuadrado medio del error. Walpole et al. (2012) recomienda considerar primero el efecto de la interacción y luego el efecto principal, pues la conclusión del análisis depende de si se encontró o no interacción.

El ANOVA de dos factores puede resumirse en la siguiente tabla:

Tabla IV. **Tabla ANOVA de dos factores**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
A	SCA	a - 1	CMA	CMA/CME
B	SCB	b - 1	CMB	CMB/CME
AB	SC(AB)	(a - 1)(b - 1)	CM(AB)	CM(AB)/CME
Error	SCE	ab(n-1)	CME	
Total	SCT	abn - 1		

Fuente: Adaptado de Walpole et al. (2012)

#### 7.1.4. Pruebas de bondad de ajuste

Daniel (2005) indica que el término “bondad de ajuste” se utiliza “para referirse a la comparación de la distribución de una muestra con alguna distribución teórica que se supone describe a la población de la cual se extrajo.” (p. 573)

Las pruebas de bondad de ajuste son importantes ya que “muchos procedimientos estadísticos en la práctica dependen, en un sentido teórico, de la suposición de que los datos reunidos provienen de un tipo de distribución específico.” (Walpole et al., 2012 p 373).

Estudiaremos a continuación algunas pruebas utilizadas para este propósito.

##### 7.1.4.1. Prueba de Kolmogorov-Smirnov

Esta prueba está diseñada para pruebas de bondad de ajuste de distribuciones continuas. “La prueba debe su nombre a dos matemáticos rusos:

A Kolmogorov y N. V. Smirnov, quienes presentaron dos pruebas muy parecidas en la década de 1930.” (Daniel, 2005, p.684).

Siegel (1995) explica que la prueba de Kolmogorov-Smirnov compara la distribución de frecuencias acumuladas observada en la muestra, con la distribución de frecuencias acumuladas esperadas dada la distribución teórica. La prueba muestra la mayor divergencia entre la distribución teórica y la observada y determina si esta divergencia es probable que se deba al azar.

Las hipótesis para esta prueba son:

$$H_0: F(x) = F_T(x) \text{ para toda } x \text{ desde } -\infty \text{ hasta } \infty$$

$$H_1: F(x) \neq F_T(x) \text{ para al menos una } x$$

Daniel (2005) indica que “La diferencia entre la función de distribución acumulada teórica,  $F_T(x)$ , y la muestral,  $F_S(x)$ , se mide con el estadístico D, el cual es la máxima distancia vertical entre  $F_S(x)$  y  $F_T(x)$ .”

$$D = \max|F_S(x) - F_T(x)|n \quad (\text{Ec. 23})$$

Continúa Daniel (2005) explicando que “La hipótesis nula se rechaza en un nivel de significación  $\alpha$  si el valor calculado de D excede el valor que se muestra en la tabla para  $1 - \alpha$  (bilateral) y el tamaño n de la muestra.”

#### **7.1.4.2. Prueba de Shapiro-Wilk**

Según Novales (citado en Flores y Flores, 2021) esta prueba se usa para comprobar que la muestra viene de una población que sigue una distribución normal, cuando la muestra es menor a 50 observaciones.

La hipótesis nula de la prueba es que los datos vienen de una población normal, y ésta se rechaza si el valor del estadístico  $W$  “es menor que el valor crítico proporcionado por la tabla elaborada por los autores para el tamaño de la muestra y el nivel de significancia dado.” (Flores y Flores, 2021, p. 87)

El estadístico de prueba  $W$  está dado por:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n a_i Y_i^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (\text{Ec. 24})$$

Donde  $Y_i$  son los datos de la muestra ordenados de menor a mayor,  $\bar{y}$  es la media muestral y los coeficientes  $a_i$  vienen dadas por:

$$\hat{a} = \frac{m/V^{-1}}{\sqrt{m/V^{-1}V^{-1}m}} \quad (\text{Ec.25})$$

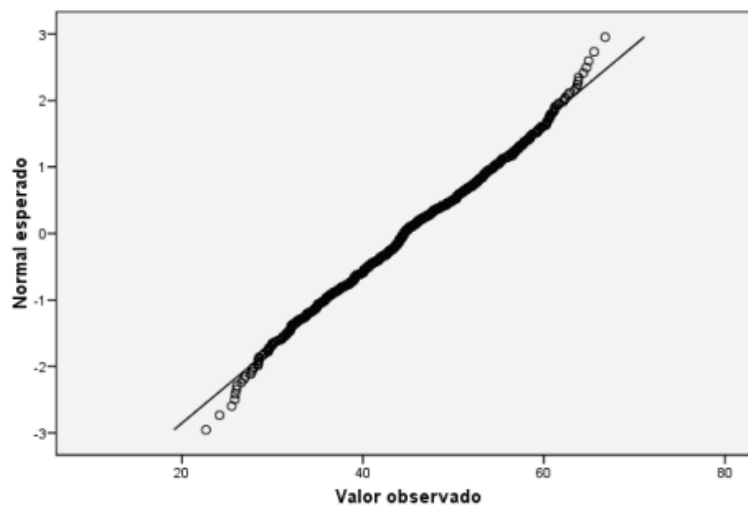
“Donde  $V$  es la matriz de varianza-covarianza de los elementos del vector  $x$ , y el vector  $m$  es el valor esperado de los elementos de  $x$ , es decir, los valores medios de las estadísticas de orden para la distribución normal.” (Flores y Flores, 2021, p. 88)

### 7.1.4.3. Gráficos Q-Q

Además de las pruebas de significación estadística, existen también métodos gráficos para determinar la bondad de ajuste de una muestra a una distribución teórica. Según Romero (2016) entre las ventajas del uso de gráficos están la sencillez de interpretación y la facilidad para obtener el diagrama, sin embargo, su principal inconveniente es la subjetividad de la interpretación visual.

Romero (2016) indica que “los gráficos Q-Q representan los cuantiles de la distribución de una variable respecto a los cuantiles de cualquiera de las integrantes en una serie de distribuciones de contraste. (...) Si la variable seleccionada coincide, los puntos se agruparán en torno a una línea recta.” (p. 110)

Figura 2. **Gráfico Q-Q**



Fuente: Flores (2016). *Pruebas para comprobar la normalidad de datos en procesos productivos*

### 7.1.5. Pruebas de homocedasticidad

Como se mencionó anteriormente, uno de los supuestos para poder realizar un análisis de varianza es que todas las poblaciones tienen la misma varianza (Webster, 2000). A esta característica se le llama homocedasticidad y existen varias pruebas para determinar si esta existe entre dos o más poblaciones.



En estas pruebas, se contrasta la hipótesis nula de que todas las varianzas poblacionales son iguales contra la hipótesis alterna de que al menos una de las varianzas es diferente:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2$$

$H_1$ : No todas las varianzas son iguales

#### 7.1.5.1. Prueba de Bartlett

Walpole et al. (2012) explica que para  $k$  muestras de tamaño  $n_1, n_2, \dots, n_k$ , el estadístico de prueba  $b$  está dado por:

$$b = \frac{[(s_1^2)^{n_1-1}(s_2^2)^{n_2-1} \dots (s_k^2)^{n_k-1}]^{1/N-k}}{S_p^2} \quad (\text{Ec. 26})$$

Donde  $N$  es la sumatoria de todos los tamaños muestrales y  $S_p^2$  es igual a:

$$S_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (n_i - 1) S_i^2}{N - k} \quad (\text{Ec. 27})$$

Indica Walpole et al. (2012) que se rechaza  $H_0$  a un nivel de significancia  $\alpha$  si el valor de  $b$  es menor que “el valor crítico que deja un área de tamaño  $\alpha$  en el extremo izquierdo de la distribución de Bartlett.” (p. 517)

#### 7.1.6. Pruebas no paramétricas

Varias pruebas estadísticas se basan en el supuesto de que las muestras aleatorias son tomadas de poblaciones que siguen una distribución normal. Estos

procedimientos de prueba son tradicionalmente llamados métodos paramétricos. (Walpole et al. 2012).

Según Daniel (2000) las pruebas paramétricas dependen de postulados sobre la población y sus parámetros, sin embargo, existen situaciones en las que “simplemente no es posible hacer de forma segura ningún supuesto sobre el valor de un parámetro o sobre la forma de la distribución poblacional.” (p. 464) En estos casos, deben utilizarse las llamadas pruebas no paramétricas o de libre distribución, las cuales “no dependen de un solo tipo de distribución o de valores de parámetros específicos.” (p. 464)

Siegel (1995) indica que los modelos en los que se basan las pruebas no paramétricas especifican solo condiciones muy generales, por ejemplo, que las observaciones son independientes y algunas veces que la variable de estudio es continua, pero nunca se basan en la forma específica de la distribución de la que se obtuvo la muestra. Así mismo, existen pruebas no paramétricas que pueden aplicarse a datos medidos en una escala ordinal o incluso nominal, lo cual no es posible con las pruebas paramétricas.

#### **7.1.6.1. Prueba de Mann-Whitney**

La prueba de Mann-Whitney es la alternativa no paramétrica de la prueba  $t$  para dos muestras independientes cuando no se cumple con el supuesto de normalidad. (Webster, 2000) Diversos autores se refieren a esta prueba también como prueba U, prueba de la suma de rangos de Wilcoxon o prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon.

En esta prueba la hipótesis nula es que las medianas de ambas poblaciones son iguales y la hipótesis alterna puede ser bilateral (las medianas

de las poblaciones no son iguales) o unilateral (la mediana de la población 1 es mayor que la mediana de la población 2 o viceversa). Si ambas poblaciones son simétricas, las conclusiones a las que se llegue respecto a las medianas pueden aplicarse también a las medias poblacionales. (Daniel, 2005)

Walpole et al. (2012) explica los pasos para aplicar esta prueba, primero se ordenan las  $n_1+n_2$  observaciones de las muestras combinadas de menor a mayor y se asigna un rango de 1, 2, ...,  $n_1+n_2$ . En caso de empates, se asigna a cada una la media de los rangos que tendrían las observaciones si fueran distintas. La suma de los rangos de las observaciones que corresponden a la muestra más pequeña se denota con  $w_1$  y la suma de los rangos correspondientes a la muestra más grande como  $w_2$ .

Para cada muestra se calcula el estadístico U:

$$U_1 = w_1 - \frac{n_1(n_1+1)}{2} \quad (\text{Ec. 28})$$

$$U_2 = w_2 - \frac{n_2(n_2+1)}{2} \quad (\text{Ec. 29})$$

El valor del estadístico U es el menor de  $U_1$  y  $U_2$ . “La hipótesis nula se rechazará siempre que los estadísticos apropiados  $U_1$ ,  $U_2$  o U tomen un valor menor o igual que el valor crítico deseado dado en la tabla.” (Walpole et al., 2012, p. 666)

La utilización de  $U_1$ ,  $U_2$  o U depende de cual sea la hipótesis alterna que se quiere contrastar. Si  $H_1$  es que la mediana 1 es menor que la mediana 2, se utiliza  $U_1$ , si esta es que la mediana 1 es mayor que la mediana 2, se usa  $U_2$  y en el caso de una prueba a dos colas se utiliza U.

### 7.1.6.2. Prueba de Kruskal-Wallis

La prueba de Kruskal-Wallis es una extensión de la prueba de Mann-Whitney y se utiliza cuando se tienen más de dos poblaciones, por lo que funciona como una alternativa no paramétrica al ANOVA. (Webster, 2000)

Las hipótesis para esta prueba son:

$H_0 = \text{todas las } k \text{ muestras provienen de poblaciones iguales}$

$H_1 = \text{al menos una población es diferente}$

Walpole et al. (2012) indica que, al igual que en la prueba de Mann-Whitney, primero se combinan todas las muestras, se ordenan las observaciones de menor a mayor y se asigna un rango 1, 2, ..., n a cada una de ellas. En caso de empates, se asigna a cada una la media de los rangos que correspondería a cada observación si fueran distintas. "La suma de los rangos que corresponde a las  $n_i$  observaciones en la  $i$ -ésima muestra se denota mediante la variable aleatoria  $R_i$ ." (p. 668)

El estadístico de prueba  $H$  está dado por:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1) \quad (\text{Ec. 30})$$

El estadístico  $H$  se aproxima a una distribución chi cuadrado con  $k-1$  grados de libertad.  $H_0$  se rechaza si el valor de  $H$  excede el valor crítico de chi cuadrado.

### **7.1.7. Series Temporales**

Carrión (1997) define las series temporales como “sucesiones de valores referidos a una misma variable y correspondientes a distintos instantes de tiempo” (p. 6). Por su parte, Mauricio (2007) indica que “una serie temporal (...) es una secuencia de N observaciones (datos) ordenadas y equidistantes cronológicamente sobre una característica (...) o sobre varias características (...) de una unidad observable en diferentes momentos” (p. 1)

Mauricio (2007) continúa explicando que el objetivo de analizar una serie temporal es elaborar un modelo estadístico que describa su de manera adecuada su procedencia. Este modelo puede luego usarse para:

- Describir la evolución de la serie y las relaciones entre sus componentes.
- Predecir la evolución de la serie en el futuro.
- Presentar evidencia para aceptar o rechazar alguna teoría acerca de las características de sus componentes.

#### **7.1.7.1. Componentes de una serie temporal**

Según Carrión (1997) las series temporales se ven afectadas por varios factores, los cuales representan varias facetas del mismo. Los componentes estudiados comúnmente son los factores estacional, tendencial, aleatorio y cíclico.

- Factor tendencial: Conocido como tendencia secular, describe la trayectoria de la serie a largo plazo. Esta puede ser creciente o decreciente.

- Factor estacional: Muestra los comportamientos que se repiten en períodos cortos de tiempo. Por ejemplo, en series mensuales puede ser un año, en series diarias una semana o un mes, etc.
- Factor cíclico: Recoge comportamientos repetitivos en períodos largos de tiempo. Por ejemplo, varios años en series mensuales, o un ciclo anual en series horarias.
- Factor aleatorio: Corresponde a variaciones aleatorias impredecibles que no siguen ningún patrón reconocible. También llamado ruido.

Cabe mencionar que no en todas las series están presentes estos cuatro factores. La elección del modelo de predicción a utilizar, dependerá de cuáles de estos factores se observen en la serie.

#### **7.1.7.2. Procesos estocásticos**

De acuerdo a Carrión (1997), un proceso estocástico puede definirse como: “una sucesión de variables aleatorias, cuyas características pueden variar a lo largo del tiempo” (p. 32) Por tanto, “desde el punto de vista de los procesos estocásticos, diremos que una serie temporal es una realización parcial de un proceso estocástico de parámetro tiempo discreto.” (p. 35)

Monsalve y Harmath (2015) indican que la relación existente entre una realización y un proceso estocástico es análoga a la que existe entre una muestra y una población. Por su parte, Mauricio (2007) explica que si las circunstancias del período muestral al que se refiere la serie temporal considerada se mantienen relativamente estables, se espera que las conclusiones obtenidas al analizar dicha serie sean también aplicables a momentos posteriores.

En los procesos estocásticos, se puede calcular medias, varianzas y covarianzas para describir su comportamiento. La media y la varianza deben de calcularse para cada instante de tiempo, es decir, que se determina una función de medias y una función de varianzas expresadas como:

$$\mu_t = E(x_t) \quad (\text{Ec. 31})$$

$$\sigma_t^2 = D^2(x_t) \quad (\text{Ec. 32})$$

La función de covarianzas está dada por:

$$\lambda(t, s) = \text{cov}(x_t, x_s) \quad (\text{Ec. 33})$$

El coeficiente de correlación entre  $x_t$  y  $x_s$  se obtiene a partir de las expresiones anteriores:

$$\rho(t, s) = \frac{\lambda(t, s)}{\sqrt{\sigma_t^2 \sigma_s^2}} = \frac{\lambda(t, s)}{\sigma_t \sigma_s} \quad (\text{Ec. 34})$$

“Por tratarse de covarianzas o correlaciones calculados entre valores de un mismo proceso, aunque sea en diferentes instantes de tiempo, se hablará con frecuencia de autocovarianzas y autocorrelaciones y de función de autocovarianza y función de autocorrelación.” (Carrión, 1997, p. 36)

#### 7.1.7.2.1. Procesos estacionarios

De acuerdo a Monsalve y Harmath (2015) el concepto de estacionariedad es fundamental para el análisis de series temporales. Carrión (1997) define como estacionarios a los procesos estocásticos que mantienen todas sus características constantes a lo largo del tiempo. Es decir, que no existe variación

en la distribución de probabilidad ante valores igualmente separados. Sin embargo, en la práctica esta es una condición demasiado exigente y difícil de verificar empíricamente.

Debido a lo anterior, habitualmente se considera una versión de la estacionariedad menos exigente, conocida como estacionariedad de segundo orden o débil (Monsalve y Harmath, 2015). En este caso, la media y la varianza del proceso son constantes a través del tiempo. Por su parte, la función de covarianzas entre dos puntos de la serie (autocovarianza) solo depende de la diferencia entre los puntos (retardos) y no de los valores de ambos instantes.

#### **7.1.7.2.2. Proceso ruido blanco**

Se conoce como ruido blanco a un proceso estocástico con media igual a cero, varianza constante y cuyos valores son totalmente independientes entre sí, es decir, que no existe correlación entre ellos. Si sus valores, además, siguen una distribución normal, se le llama ruido blanco gaussiano. (Monsalve y Harmath, 2015).

#### **7.1.7.2.3. Procesos no estacionarios**

En los procesos no estacionarios, las propiedades estadísticas sí varían a través del tiempo. Una serie puede ser no estacionaria en media (si tiene tendencia) o no estacionaria en varianza (si la variabilidad no es constante en diferentes instantes).



## 7.2. Conceptos y Definiciones

A continuación, se presentan varias definiciones importantes referentes al área de aplicación específica de esta investigación.

### 7.2.1. Outsourcing

Según Hidalgo, López y Granda (2013) “la palabra inglesa *outsourcing* se forma a partir de la expresión *out-sider resource using* refiriéndose a la forma de conseguir los recursos necesarios empleando relaciones con terceros”. (p.14) En los países de habla hispana no existe un consenso sobre su traducción y se expresa generalmente como externalización, tercerización o subcontratación.

Ertel (citada en Sieber, Valor y Porta, 2006) indicaba en 1999 que el outsourcing ha sido una de las herramientas de gestión más importantes en los últimos 75 años. Continúan Sieber et al. (2006) explicando que al principio las empresas realizaban internamente todas las actividades necesarias para su funcionamiento, estuvieran o no relacionadas directamente con su negocio principal. Para poder centrar sus esfuerzos en las operaciones que constituían el núcleo de su negocio, empezaron a subcontratar a terceros para los procesos poco críticos como los servicios de limpieza, de agencia de viajes, de mensajería, etc. Posteriormente, empezaron a externalizar también procesos con impacto más directo en el negocio como la logística y la distribución.

Schneider (2004) asegura que uno de los obstáculos que enfrentan las organizaciones, de cualquier tipo o tamaño, es la acumulación de funciones ajenas a su verdadero objetivo. Estas actividades se denominan actividades de soporte, de logística o no distintivas, mientras que sus actividades distintivas se conocen como su *core business*. El *outsourcing* permite a las organizaciones

concentrarse únicamente en su *core business* y dejar de participar en procesos que son importantes, pero no inherentes a sus actividades distintivas.

#### **7.2.1.1. Tipos de *outsourcing***

Según la localización de las empresas, Hidalgo et al. (2013) distinguen tres tipos:

- *Offshore*: El proveedor y el contratante están en países lejanos, generalmente con distintas zonas horarias.
- *Nearshore*: El proveedor y el contratante están en países vecinos.
- *Onshore*: El proveedor está en el mismo país que la empresa contratante.

#### **7.2.1.2. Business process outsourcing**

Según Duque, González y García (2014), la diferencia entre *outsourcing* y *business process outsourcing* (BPO) consiste en que el primero se refiere a la tercerización de una o varias actividades que la organización pueda delegar a otra empresa especializada, mientras el segundo hace referencia a la tercerización de los procesos en su totalidad. Es decir, se subcontrata todo el proceso, no solo una actividad o parte del proceso, lo cual ofrece oportunidades no solo de reducción de costos sino también mayor eficiencia en la prestación de servicios.

Por su parte, Hidalgo et al. (2013) señalan que “El BPO tiene un carácter crítico dentro de la cadena de valor de la empresa, pues funciona sobre una base de continuidad operacional en la que los procesos no se pueden considerar como proyectos o líneas de desarrollo.” (p. 28).

Siebel et al. (2006) enumeran algunos de los procesos frecuentemente tercerizados por varias empresas:

- Recursos Humanos: gestión de nóminas, compensación de beneficios, selección de personal y capacitación.
- Gestión de relaciones con clientes: atención al cliente, centro de atención telefónica, gestión de campañas, promociones y ofertas.
- Finanzas y contabilidad: gestión de órdenes de compras, facturas, recibos, gestión de riesgos, informes financieros, planificación y previsión.

Según el canal que se use para comunicarse con los clientes, pueden distinguirse dos tipos de servicios de BPO: “*voice BPO* (procesos de negocios con voz) y *non-voice BPO* (procesos de negocios sin voz)”. (Hidalgo et al., 2013, p. 22)

#### **7.2.1.2.1. Voice BPO**

De acuerdo con Hidalgo et al., 2013, su característica principal es que “se llevan a cabo en tiempo real, principalmente por medio del teléfono.” (p. 22) Este tipo de BPO está representado por los llamados *call centers*, “cuyo negocio principal es hablar por teléfono con clientes actuales o futuros” (p.37).

Hidalgo et al. (2013) mencionan dos tipos principales de procesos con voz:

- Procesos de entrada: Conocidos como recepción o *inbound*, en esta modalidad las llamadas son recibidas por el operador y este tiene que responder las preguntas, quejas o dudas de la persona que llama, relacionadas con los productos o servicios ofrecidos por la empresa.

- Procesos de salida: Denominados como emisión o *outbound*, en este tipo de servicios el operador realiza las llamadas al cliente. Incluye tareas como cobranza, *telemarketing*, venta de productos o encuestas de satisfacción de los clientes.

#### **7.2.1.2.2. Non-voice BPO**

“Este tipo de *outsourcing* incluye (...) tareas de *back-office* (de apoyo, administrativas) sin el uso de la voz.” (Hidalgo et al., 2013, p. 39) Estas pueden desarrollarse en tiempo real o de manera asíncrona.

Hidalgo et al. (2013) continúan explicando que los *call centers* han pasado de proporcionar solamente servicios telefónicos a abarcar todas las formas posibles de comunicación con el cliente (teléfono, mensajes de texto, correo electrónico, chat de persona a persona, redes sociales, u otros). Esto ha propiciado el surgimiento de los llamados *contact centers* o centros de contacto, ofreciendo servicios con una gran cantidad de posibilidades para la recepción y la emisión de los contactos, además de ofrecer la disponibilidad las 24 horas del día, los 365 días del año.

#### **7.2.1.3. Sector BPO en Guatemala**

A mediados de la década de 1990, varios empresarios guatemaltecos fundaron Transactel, la primera empresa de tele mercadeo en Guatemala. Esta y otras empresas, en un principio pequeñas, se dedicaron a proporcionar servicios de atención al cliente y cobros vía telefónica. En un principio ofrecían sus servicios únicamente para el mercado local, sin embargo, en 2001 Transactel inició operaciones como *call center* internacional, creciendo rápidamente a partir de entonces, obteniendo contratos con grandes empresas estadounidenses y

realizando alianzas con importantes transnacionales interesadas en establecerse en Guatemala. (Meoño, 2011)

En 1998, buscando ampliar sus operaciones, ACS Xerox se estableció en Guatemala con servicios de tercerización de centros de llamadas, *back-office*, finanzas y contabilidad a diversos clientes entre los que se encontraban agencias de gobierno y empresas *Fortune* 100. (Castillo, 2016)

A partir de 2004, empezaron a establecerse grandes empresas multinacionales aliadas con varias empresas locales, consolidando el modelo de *call center* internacional actual. Entre 2004 y 2008 se establecieron en Guatemala 18 empresas internacionales de atención al cliente. (Meoño, 2011). Con el crecimiento de este sector, en el año 2006 la Asociación Guatemalteca de Exportadores (AGEXPORT), constituyó el Comité de *Contact Centers & BPOs*. (Castillo, 2016).

Según Meoño (2011), la fuerza laboral de esta industria se compuso en un principio por profesionales y estudiantes universitarios que provenían, en su mayoría, de colegios privados de élite que enseñan el inglés como segunda lengua. A medida que la industria fue creciendo, incorporó gradualmente trabajadores más jóvenes, algunos de ellos graduados de nivel medio que no han iniciado o están iniciando sus estudios universitarios. Otra fuente importante de trabajadores la constituyen los migrantes deportados o retornados de Estados Unidos que aprendieron inglés en aquel país.

Según datos de AGEXPORT, en 2019, esta industria contaba con más de 42,000 agentes, además de generar alrededor de 105,000 empleos indirectos. El 90% de los empleos del sector corresponden a servicios de voz y el 10 % restante a servicios sin voz. Dentro de los servicios de voz, se calcula que el 67 % son

empleos bilingües, que requieren conocimiento del idioma inglés, un 30 % son en español y un 3 % en otros idiomas como francés, alemán o portugués.

Este sector atiende principalmente los mercados de Estados Unidos, Canadá, México, Centroamérica, el Caribe, España y la propia Guatemala, ofreciendo servicios de atención al cliente, logística, finanzas, recursos humanos y servicios de conocimiento para diversas empresas.

La industria de *contact center and BPO* opera amparada bajo la “Ley de Promoción y Desarrollo de Actividades de Exportación y Maquilas” (Decreto 29-89), que ofrece beneficios fiscales para empresas nacionales y extranjeras, como la exoneración temporal de aranceles aduaneros, Impuesto al Valor agregado y la exención completa del Impuesto Sobre la Renta por hasta 10 años.

### **7.2.2. Rotación de personal**

Chiavenato (2007) la define como “la fluctuación de personal entre una organización y su ambiente” (p. 135), y está definida por la cantidad de empleados que entran y que salen de la organización.

La rotación existe de manera natural en todas las organizaciones. Se dice que está bajo control cuando es la misma organización que la provoca para mejorar la calidad de su recurso humano. Sin embargo, cuando aumentan las separaciones por iniciativa de los trabajadores, la rotación se puede salir del control de la institución. En general, si la rotación no es provocada por la organización, se debe identificar las causas que la ocasionan para accionar sobre ellas. (Chiavenato, 2007).

### 7.2.2.1. Índice de rotación de personal

La rotación de personal se expresa en índices calculados generalmente de manera mensual o anual. (Chiavenato, 2007). Este índice o tasa de rotación, es el número de veces que los trabajadores tienen que ser reemplazados, en promedio, durante cierto período de tiempo (Mondy, 2010). Chiavenato (2007) lo expresa como “la relación porcentual entre los ingresos y las separaciones en relación con el número promedio de integrantes de la organización, en el transcurso de cierto tiempo” (p. 135)

El índice de rotación de personal se calcula con esta ecuación:

$$IRP = \frac{I+S}{2} * \frac{100}{PE} \quad (\text{Ec. 35})$$

Donde I es el número de ingresos, S es el número de salidas y PE es el personal empleado promedio en el período considerado.

“Cuando se trata de analizar las pérdidas de personas y sus causas, (...) no se consideran los ingresos (entradas), sino solamente las separaciones, ya sean por iniciativa de la organización o de los empleados.” (Chiavenato, 2007, p. 137). La ecuación, entonces, quedaría así:

$$IRP = \frac{S * 100}{PE} \quad (\text{Ec. 36})$$

Ahora bien, si se desea analizar los motivos que llevan a las personas a salir de la organización, se consideran para el cálculo solamente las salidas provocadas por iniciativa de los empleados (Chiavenato, 2007).

Un índice de rotación de personal muy elevado refleja que la organización no es capaz de retener ni aprovechar a su recurso humano, sin embargo, un índice de rotación igual a cero tampoco sería deseable, pues significaría que existe un estado de rigidez total en la institución. No existe un número definido para expresar el índice de rotación ideal de una organización, sino que este depende de la situación específica de cada organización. (Chiavenato, 2007)

#### **7.2.2.2. Causas de la rotación de personal**

Chiavenato (2007), asegura que la rotación de personal no es una causa sino un efecto o consecuencia de varios fenómenos, es decir, es una variable dependiente de dichos fenómenos. Estos, pueden ser internos o externos a la organización.

Entre los fenómenos externos menciona:

- Situación de la oferta y demanda de personal en el mercado
- Coyuntura económica
- Oportunidades de empleo en el mercado laboral

Como fenómenos internos enumera los siguientes:

- Política salarial
- Política de prestaciones
- Tipo de supervisión
- Oportunidades de crecimiento profesional
- Tipos de relaciones humanas dentro de la organización
- Condiciones físicas y ambientales de trabajo
- Moral del personal



- Cultura organizacional
- Política de reclutamiento y selección de personal
- Criterios y programas de capacitación
- Política disciplinaria de la organización
- Criterios de evaluación del desempeño
- Grado de flexibilidad de las políticas de la organización

### **7.2.2.3. Costo de la rotación de personal**

Chiavenato (2007) indica que “la rotación de personal implica costos primarios, secundarios y terciarios.” (p. 142) Los cálculos de estos costos pueden estar más o menos desglosados según el interés que tenga la organización, pero, más importante que el simple cálculo cuantitativo de los costos es que los directivos sean conscientes de las repercusiones que la rotación puede tener no solo para la organización, sino también para la comunidad y el individuo.

Continúa Chiavenato (2007) explicando que cada vez que un ejecutivo o directivo sale de la empresa, esta pierde talento y conocimiento, además de perder parte de lo que invirtió en el desarrollo de ese empleado. Esta pérdida se duplica cuando es necesario capacitar a otras personas para sustituir a las que se retiran, además de que ese ejecutivo que salió de la organización, generalmente irá a fortalecer a los competidores.

#### **7.2.2.3.1. Costos primarios**

“Son los costos relacionados directamente con la separación de cada empleado y su sustitución por otro.” (Chiavenato, 2007, p. 142). Estos son:

- Costos de reclutamiento y selección
- Costos de registro y documentación
- Costos de integración
- Costos de separación

#### **7.2.2.3.2. Costos secundarios**

De acuerdo a Chiavenato (2007), “comprenden aspectos intangibles y difíciles de evaluar numéricamente (...) se refieren a los efectos colaterales e inmediatos de la rotación” (pp. 142-143). Menciona los siguientes:

- Repercusiones en la producción
- Repercusiones en la actitud del personal
- Costo laboral extraordinario.
- Costo operativo extra

#### **7.2.2.3.3. Costos terciarios**

Chiavenato (2007) indica que estos están relacionados con los efectos que se perciben a mediano y largo plazo. Comprenden:

- Costos de inversión adicionales
- Pérdidas en los negocios

## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentos estadísticos

2.1.1. Pruebas de hipótesis

2.1.1.1. Hipótesis nula e hipótesis alterna

2.1.1.2. Estadístico de prueba

2.1.1.3. Error tipo I y error tipo II

2.1.2. Pruebas de medias para dos muestras independientes

2.1.2.1. Prueba Z para dos muestras independientes

2.1.2.2. Prueba t para dos muestras independientes

2.1.3. Análisis de varianza

2.1.3.1. ANOVA a una vía

2.1.3.2. Pruebas post hoc

2.1.3.2.1. Prueba de Tukey

- 2.1.3.3. ANOVA a dos vías
    - 2.1.3.4. ANOVA de dos factores
  - 2.1.4. Pruebas de bondad de ajuste
    - 2.1.4.1. Prueba de Kolmogorov-Smirnov
    - 2.1.4.2. Prueba de Shapiro-Wilk
    - 2.1.4.3. Gráfico Q-Q
  - 2.1.5. Pruebas de homocedasticidad
    - 2.1.5.1. Prueba de Bartlett
  - 2.1.6. Pruebas no paramétricas
    - 2.1.6.1. Prueba de Mann-Whitney
    - 2.1.6.2. Prueba de Kruskal-Wallis
  - 2.1.7. Series temporales
    - 2.1.7.1. Componentes de una serie temporal
    - 2.1.7.2. Procesos estocásticos
      - 2.1.7.2.1. Procesos estacionarios
      - 2.1.7.2.2. Proceso ruido blanco
      - 2.1.7.2.3. Procesos no estacionarios
- 2.2. Conceptos y definiciones
  - 2.2.1. *Outsourcing*
    - 2.2.1.1. Tipos de *outsourcing*
    - 2.2.1.2. *Business process outsourcing*
      - 2.2.1.2.1. *Voice BPO*
      - 2.2.1.2.2. *Non-voice BPO*
    - 2.2.1.3. Sector BPO en Guatemala
  - 2.2.2. Rotación de personal
    - 2.2.2.1. Índice de rotación de personal
    - 2.2.2.2. Causas de la rotación de personal
    - 2.2.2.3. Costo de la rotación de personal
      - 2.2.2.3.1. Costos primarios

2.2.2.3.2. Costos secundarios

2.2.2.3.3. Costos terciarios

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

ANEXOS



## **9. METODOLOGÍA**

### **9.1. Características del estudio**

El enfoque del estudio propuesto es cuantitativo porque se estarán recolectando datos numéricos, a los que se les aplicarán distintas pruebas para inferir los patrones de comportamiento del fenómeno.

El tipo de estudio es descriptivo pues busca describir el comportamiento del fenómeno y su alcance es correlacional porque se buscará inferir el efecto que las diferentes variables independientes estudiadas tienen en el tiempo total que un trabajador permanece en la empresa, además que el modelo para predecir el índice de rotación de personal será utilizado por el departamento de planificación para sus pronósticos futuros.

El diseño es no experimental porque no se manipulará ninguna variable, sino se tomarán datos históricos reales de la empresa, sin tener ningún control sobre las condiciones en las que se desarrollaron. Además, será transversal ya que se limitará al periodo 2016 – 2020.

### **9.2. Unidades de análisis**

Para los primeros tres objetivos, la población a estudiar son los trabajadores contratados por la empresa entre 2016 y 2020.

Para el cuarto objetivo, el objeto de estudio es el índice de rotación de personal mensual de la empresa desde enero de 2016 hasta octubre de 2021.

### 9.3. Variables

A continuación, se muestra la tabla de operativización de variables

Tabla V. **Operativización de variables**

<b>Variable</b>	<b>Definición teórica</b>	<b>Definición operativa</b>
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento. Variable cuantitativa continua.	Se calculará restando la fecha en que fue contratado el agente menos su fecha de nacimiento y se expresará en años. Escala de razón, variable independiente.
Estudiante / No Estudiante	Determina si el trabajador está o no está estudiando una carrera mientras trabaja en la empresa. Variable cualitativa dicotómica.	Se consultará en la base de datos si la persona estudiaba o no estudiaba al momento de ser contratada. Sus posibles valores son Sí y No. Escala nominal, variable independiente.



Continuación tabla V.

<b>Variable</b>	<b>Definición teórica</b>	<b>Definición operativa</b>
Jornada laboral	Hace referencia al número de horas que el trabajador trabaja efectivamente en una jornada o día. Según la legislación guatemalteca, esta depende del horario en el que se realice el trabajo. Variable cualitativa politómica.	Se consultará en la base de datos, cuál es la jornada para que cada empleado fue contratado. Sus tres posibles valores son diurna, nocturna y mixta. Escala nominal. Variable independiente.
Canal de comunicación	Soporte mediante el que se transmite el mensaje desde el emisor hasta el receptor. Variable cualitativa politómica.	El canal de comunicación depende de la cuenta en la que el trabajador esté asignado. Sus tres posibles valores son voz, chat y correo electrónico. Escala nominal. Variable independiente.

Continuación tabla V.

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Antigüedad	Cantidad de tiempo que el trabajador permanece trabajando en la empresa desde que es contratado hasta que termina la relación laboral, ya sea por renuncia o por despido. Variable cuantitativa continua.	Se determinará restando la fecha en la que el trabajador se dio de baja menos la fecha en que fue contratado y se expresará en días. Escala de razón. Variable respuesta
Índice de rotación de personal	Porcentaje total de colaboradores que abandonan una organización en un periodo de tiempo determinado. Variable cuantitativa continua.	Se calculará el porcentaje de trabajadores que abandonaron la empresa respecto al número promedio de trabajadores que trabajaban en la empresa, para cada uno de los meses que abarca este estudio. Puede tomar valores entre 0% y 100%. Escala de razón. Variable de observación.

Fuente: Elaboración propia

#### **9.4. Fases del estudio**

- Fase 1: Revisión bibliográfica

La primera fase consiste en revisar las fuentes bibliográficas relacionadas con el tema para tener una base teórica sobre la cual empezar a desarrollar la investigación. Se consultarán libros de texto, tesis de postgrado y artículos científicos.

- Fase 2: Gestión y recolección de la información

Los datos provienen de los archivos del departamento de Recursos Humanos de la empresa y ya se cuenta con autorización de la misma para acceder a ellos. Una vez se obtenga el acceso a los archivos, se procederá a la tabulación de los datos para su posterior análisis.

- Fase 3: Análisis de la información

Se analizarán los datos utilizando pruebas de normalidad, heterocedasticidad, pruebas de hipótesis para diferencia de medias, análisis de varianza, entre otros, para determinar si existen diferencias entre las distintas subpoblaciones en las que se dividirá a la población. También se analizará el comportamiento del índice de rotación de personal a través del tiempo para determinar si existe tendencia, estacionalidad y/o autocorrelación.

- Fase 4: Discusión de resultados

En esta fase se analizarán los resultados obtenidos por las diferentes pruebas realizadas en la fase anterior para identificar si los factores elegidos tienen influencia en el tiempo que los trabajadores permanecen ligados a la empresa. Respecto al análisis de series de tiempo, se compararán los diferentes modelos obtenidos para identificar cuál es el que produce el pronóstico más acertado. Se procederá luego a redactar las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

- Fase 5: Redacción de informe final

Por último, se procederá a redactar el informe final según las indicaciones del normativo de la Escuela de Estudios de Postgrado.

## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Recopilación documental: Debido a que se utilizarán únicamente datos históricos para el estudio, la técnica que se utilizará para obtenerlos es la recopilación documental.

Pruebas de normalidad: Varias pruebas estadísticas necesitan que las poblaciones sigan una distribución normal para poder ser aplicadas, por ello se aplicarán pruebas de normalidad a las diferentes muestras antes de realizar el análisis. Se utilizará la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la prueba de Shapiro-Wilk.

Pruebas de homocedasticidad: Antes de aplicar algunas pruebas estadísticas, se necesita identificar si las varianzas de las diferentes poblaciones son iguales o no. Para ello se utilizará la prueba de Bartlett.

Pruebas de diferencia de medias para dos muestras independientes: Se utilizarán para determinar si existe diferencia entre la antigüedad promedio que alcanzan los trabajadores estudiantes y los no estudiantes. Si los datos siguen una distribución normal, puede usarse una prueba Z para dos muestras independientes, y si no son normales, una prueba de Mann-Whitney.

Análisis de varianza: Se utilizará para establecer si la edad de los trabajadores influye en la antigüedad promedio que estos llegan a tener en la compañía. Para poder utilizarlo se necesita que todas las poblaciones sigan una distribución normal y que tengan la misma varianza. En caso de que no se cumplan estos supuestos, puede utilizarse una prueba de Kruskal-Wallis.

Análisis factorial: Nos permite estudiar el efecto de dos factores simultáneamente. En este caso se estudiará el efecto de la jornada laboral y del tipo de cuenta en la que el agente está asignado en la antigüedad promedio que estos alcanzan en la empresa.

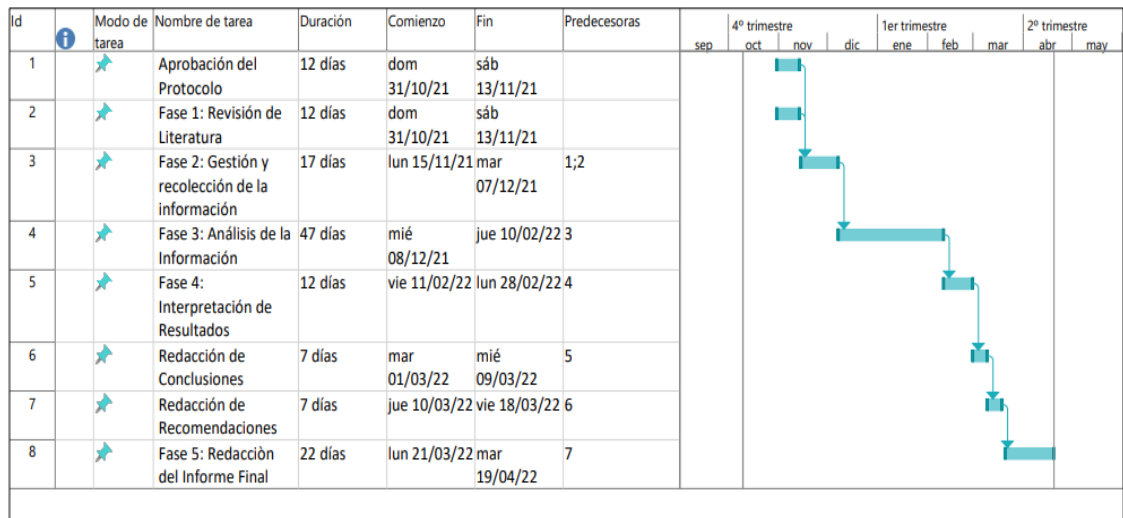
Pruebas post-hoc: Si el análisis de varianza nos indica que no todas las medias poblacionales son iguales, se utilizan estas pruebas para establecer cuáles pares de medias son distintos. Se utilizará, de ser necesaria, la prueba de Tukey.

Análisis de series temporales: Se buscará identificar si existe tendencia, estacionalidad y/o autocorrelación en el índice de rotación de personal mensual de la empresa a través del tiempo.

Gráficas estadísticas: Se utilizarán métodos gráficos para apoyar los resultados de las diferentes pruebas estadísticas. Entre otros, se utilizarán gráficos de cajas y bigotes (*box plot*), histogramas, gráficos Q-Q (*Q-Q plot*), gráficos de dispersión, gráficos de líneas y correlogramas.

## 11. CRONOGRAMA

Figura 3. Cronograma



Fuente: Elaboración propia, realizado con Project





## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

### 12.1. Recurso humano

El recurso humano con el que se cuenta para realizar la investigación es el estudiante y el asesor.

### 12.2. Recursos financieros

El financiamiento será realizado en su totalidad por el estudiante. A continuación, el detalle de los gastos:

Tabla VI. Recursos financieros

Elemento	Unidad	Costo Unitario (Q.)	Cantidad necesaria	Costo Total (Q)
Papel tamaño carta	Resma	35.00	1	35.00
Tinta para impresora	Botella	95.00	4	380.00
Internet	Mes	299.00	4	1196.00
Combustible	Galón	28.00	2	56.00
Software anti plagio	-	100.00	1	100.00
<b>Total</b>				1767.00

Nota: Elaboración propia

### 12.3. Recursos tecnológicos

Se cuenta con una computadora portátil, una computadora de escritorio, impresora inalámbrica y teléfono celular.

Para realizar el análisis estadístico se dispone del software libre R studio. Como complemento se utilizará Microsoft Excel 2016 e InfoStat versión estudiantil.

#### **12.4. Acceso a información y permisos**

Se ha obtenido la autorización del departamento de Recursos Humanos de la empresa para tener acceso a sus bases de datos y archivos históricos. Para ello se ha firmado un contrato de confidencialidad que prohíbe revelar el nombre de la empresa, de sus clientes y de los trabajadores estudiados.

#### **12.5. Equipo e infraestructura**

El espacio físico donde se realizará el estudio es la casa de habitación del estudiante, en donde se cuenta con escritorio, silla e iluminación adecuada para el trabajo.

### 13. REFERENCIAS

1. AGEXPORT (2020). *Contact Center & BPO*. Recuperado de <https://export.com.gt/sector/contact-center-bpo>
2. Amaya, A. (2016). *Modelo de predicción de la rotación de personal para empresa del sector BPO*. Tesis de Especialización en Estadística Aplicada. Fundación Universitaria Los Libertadores, Colombia.
3. Carrión, A. (1997). *Análisis de series temporales y técnicas de previsión*. España: Universidad Politécnica de Valencia.
4. Castillo, K. (2016). *Beneficios financieros de la implementación de una estructura de trabajo virtual en la industria de BPO (Business Process Outsourcing) en Guatemala*. Tesis de Maestría en Administración Financiera. Universidad de San Carlos de Guatemala.
5. Centeno, J., Chala, K., Chávez, R., y Zúñiga, L. (2018). *Plan de negocios para la creación de un call center de cobranzas enfocado en desarrollar una cultura organizacional que reduzca los altos índices de rotación maximizando los niveles de productividad*. Tesis de Maestría en Administración. ESAN Graduate School of Business, Perú.

6. Chiavenato, I. (2007). *Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones. Octava edición*. México: McGraw-Hill.
7. Click, R. y Duening, T. (2005). *Business Process Outsourcing: The competitive advantage*. Estados Unidos de América: John Wiley & Sons.
8. Daniel, W. (2005). *Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud, Cuarta edición*. México: Limusa.
9. Domínguez, M (2015). *Análisis de las causas de rotación de personal de la empresa Holcrest S.A.S*. Tesis de Maestría en Administración MBA. Universidad de Medellín, Colombia.
10. Duque, J., González, C., y García, M. (2014). Outsourcing y Business Process Outsourcing desde la Teoría Económica de la Agencia. *Entramado 10(1)*, pp. 12-29.
11. Flores, C. y Flores, K. (2021). Pruebas para comprobar la normalidad de datos en procesos productivos: Anderson-Darling, Ryan-Joyner, Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov. *Societa. Revista de Ciencias Sociales y Humanísticas*, 23(2), pp. 83-106.
12. Hernández, E. y Morales, J. (2017). ¿Oportunidades de empleo o nuevas formas de trabajo precario? Los call centers de la Zona Metropolitana de Guadalajara. *Espiral (Guadalajara)*, 24(69), pp. 155-191.

13. Hidalgo, A., López, V., y Granda, I. (2013). *El outsourcing. Factor clave de competitividad*. España: Innopro.
14. Hualde, A., Tolentino, H., y Jurado, M. A. (2014). Trayectorias laborales en los call centers: ¿empleos sin futuro? En R. Guadarrama, A. Hualde y S. López (coord.), *La precariedad laboral en México. Dimensiones, dinámicas y significados* (pp. 221-256). México: El Colegio de la Frontera Norte, Universidad Autónoma Metropolitana.
15. Huertas, I. (2020). *Inferencia Estadística*. Tesis de Maestría en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas. Universidad de Jaén, España.
16. Jaén, Y. y Morales, V. (2020). *Análisis de rotación de personal de telemarketing de call center en la ciudad de San Pedro, en el segundo semestre del 2019 y propuesta de plan de retención*. Tesis de Maestría en Administración de Negocios con énfasis en Dirección Empresarial. Universidad Latina de Costa Rica.
17. Labarthe, J. (2018). Personalidad resistente y su relación con el egreso voluntario en call centers. *Revista de Psicología (PUCP)*, 36(1), pp. 39-263.
18. Littlewood, H. (2004). Análisis factorial confirmatorio y modelamiento de ecuación estructural de variables afectivas y cognitivas asociadas a la rotación de personal. *Revista Interamericana de Psicología Ocupacional*, 23(1), pp. 27-37.

19. Mauricio, J. (2007). *Introducción al análisis de series temporales*. España: Universidad Complutense de Madrid.
20. Meoño, J. (2011). *Los trabajadores de la industria de call centers de la ciudad de Guatemala: diferenciación social y representaciones sobre el trabajo*. Tesis de Maestría en Ciencias Antropológicas. Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa, México.
21. Mondy, W. (2019). *Administración de recursos humanos. Decimoprimer edición*. México: Pearson.
22. Monsalve, A. y Harmath, P. (2015). *Introducción al Análisis de Series de Tiempo con Aplicaciones a la Econometría y Finanzas*. Venezuela: Ediciones IVIC.
23. Monsalve, L (2019). *Modelo predictivo para identificar factores que influyen en la rotación de personal en una organización del sector Business Process Outsourcing (BPO) en Medellín*. Tesis de Maestría en Ingeniería Administrativa. Universidad Nacional de Colombia.
24. Montgomery, D. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. México: Limusa.
25. Paredes, A. (2020). *Factores que intervienen en ausentismo y rotación del personal que labora en call centers de Barranquilla*. Tesis de Maestría en Administración. Universidad de la Costa, Colombia.

26. Pauta, H (2019). *Análisis de los factores que reducen la rotación de personal en las empresas PYMES de la ciudad de Guayaquil*. Tesis de Maestría en Talento Humano. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
27. Reyes, G., Maynez-Guaderrama, A., Cavazos, J., y Hernández, J. (2018). Contrato psicológico, agotamiento y cinismo del empleado: su efecto en la rotación del personal operativo en la frontera norte mexicana. *Contaduría Y Administración*, 64(2), e91. DOI: 10.22201/fca.24488410e.2018.1133
28. Romero, M. (2016). Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Revista Enfermería del Trabajo* 6(3), pp. 105-114.
29. Schneider, B. (2004). *Outsourcing. La herramienta de gestión que revoluciona el mundo de los negocios*. Colombia: Norma.
30. Sheskin, D. (2000). *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures, second edition*. Estados Unidos de América: Chapman & Hall/CRC.
31. Sieber, S., Valor, J., y Porta, V. (2006). *Los sistemas de información en la empresa actual*. España: McGraw-Hill.
32. Siegel, S. (1995). *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta, Cuarta edición*. México: Trillas.

33. Walpole, R., Myers, R., Myers, S., y Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias, Novena edición*. México: Pearson.
34. Webster, A. (2000). *Estadística aplicada a los negocios y la economía, Tercera edición*. Colombia: McGraw-Hill.



## 14. APÉNDICE

### Apéndice 1. Matriz de coherencia

ELEMENTOS	PROBLEMA ESTADÍSTICO	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	FUNDAMENTO
ESPECÍFICOS	No se sabe si la edad de los trabajadores influye en el tiempo que estos permanecerán trabajando para la empresa.	¿Qué efecto tiene la edad de los trabajadores en el tiempo que estos permanecen trabajando para la empresa, desde su contratación hasta su retiro de la misma?	Comparar el tiempo que permanecen ligados a la empresa los trabajadores pertenecientes a diferentes rangos de edades, por medio de un análisis de varianza, para establecer que tanto influye la edad de los trabajadores en el tiempo que permanecen en la empresa.	Se tomará como base la edad que tenían los trabajadores al momento de ser contratados y se clasificarán en cuatro grupos: Menos de 20 años, de 20 a 29, de 30 a 39 y más de 40 años. Luego se utilizará el ANOVA para comprobar si existe diferencia entre el tiempo medio que los trabajadores permanecen en la empresa, según su rango de edad.	En la empresa existen trabajadores de diferentes edades, pero existe la creencia de que los más jóvenes tienden a permanecer menos tiempo en la misma. Se utilizará el ANOVA ya que se dividirá a la población en varios grupos para determinar si existe evidencia para decir que el tiempo medio que permanecen los trabajadores en la empresa varía según su edad.
	No se sabe si los trabajadores que estudian mientras trabajan en la empresa permanecen menos tiempo en la empresa que	¿Cuál es la diferencia entre la antigüedad promedio que alcanzan los empleados que están estudiando y los que no están estudiando?	Contrastar el tiempo que permanecen trabajando para la empresa los trabajadores que estudian y los que no estudian, por medio de una	Se dividirá a los trabajadores en dos grupos dependiendo si estudiaban o no estudiaban al momento de ser contratados y se realizará una prueba de hipótesis de	En este caso se tienen únicamente dos opciones a la hora de dividir a la población, por lo que se realizará una prueba de diferencia de medias para dos

ELEMENTOS	PROBLEMA ESTADÍSTICO	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	FUNDAMENTO
	los trabajadores que no estudian.		prueba de hipótesis de diferencia de medias, para identificar si existe una diferencia significativa entre ellos.	diferencia de medias para estimar si existe diferencia entre el tiempo medio que ambos grupos permanecen trabajando en la empresa.	muestras independientes.
	No se conoce si la jornada en que trabajan los empleados y el canal de comunicación principal de su cuenta influyen en el tiempo que los trabajadores permanecen trabajando en la empresa.	¿Cuál es el efecto de la jornada laboral y del tipo de cuenta a la que los agentes están asignados en la antigüedad que estos alcanzan en la empresa?	Comparar el tiempo que permanecen trabajando para la empresa los trabajadores de las tres jornadas diferentes (diurna, nocturna y mixta), y de los tres tipos de cuenta (voz, chat y correo electrónico), por medio de un análisis de varianza de dos factores, para establecer si existen diferencias significativas entre las diferentes combinaciones de jornadas y tipos de cuenta.	Se utilizarán dos criterios para clasificar a los trabajadores: la jornada laboral (diurna, nocturna y mixta) y el canal de comunicación principal de la cuenta a la que están asignados (voz, chat y correo electrónico) y se utilizará un ANOVA de dos factores para establecer si hay diferencias en el tiempo promedio que cada uno de los grupos permanece en la empresa y si hay interacción entre los dos factores.	Como se utilizarán dos criterios diferentes para dividir a la población, se utilizará el ANOVA de dos factores pues se desea establecer si existen diferencias entre los distintos grupos y también si uno de los dos factores es más influyente que el otro en el tiempo que los trabajadores permanecen en la empresa.
	No se sabe si la cantidad de renuncias se mantiene	¿Cuál es el comportamiento o del índice de rotación de personal de la empresa	Analizar el comportamiento del índice de rotación de	Se realizará un análisis de series de tiempo para el índice de rotación de	Se desea estudiar el comportamiento de este indicador a través del tiempo y

Continuación apéndice 1

ELEMENTOS	PROBLEMA ESTADÍSTICO	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	FUNDAMENTO
	constante durante todo el año, o si existen meses en los que estas aumenten.	durante los distintos meses del año, y qué eventos hacen que aumente o disminuya?	personal mensual de la empresa, por medio de un análisis de series de tiempo, para identificar si existe estacionalidad, tendencia y correlación.	personal mensual de la empresa desde enero de 2016 hasta octubre de 2021 para establecer si existe tendencia, estacionalidad y/o autocorrelación.	establecer si existe estacionalidad, tendencia y/o autocorrelación, lo cual servirá para poder pronosticar la cantidad de renuncias en el futuro.
GENERAL	Se desconoce qué factores influyen en la rotación de personal en la empresa	¿Cuáles son los factores que provocan que la rotación de personal en la empresa sea elevada?	Describir el comportamiento estadístico de la rotación de personal en la empresa entre los años 2016 y 2020, utilizando pruebas de hipótesis, análisis de varianza y series de tiempo, para identificar cuáles son los factores que provocan que la rotación de personal sea elevada.	El método para recolectar la información será la recopilación documental, ya que se utilizarán datos históricos de la empresa.	

Fuente: Elaboración propia