



**MODELO DE PREDICCIÓN DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL PARA
EMPRESA DEL SECTOR BPO**

Alejandro Amaya Medina

**Fundación Universitaria Los Libertadores
Departamento de Ciencias Básicas
Especialización en estadística aplicada**

**Bogotá D.C.
2016**



**MODELO DE PREDICCIÓN DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL PARA
EMPRESA DEL SECTOR BPO**

Alejandro Amaya Medina

**Asesor estadístico: Camilo Santana
Asesor estadístico: Diana Walteros**

**Fundación Universitaria Los Libertadores
Departamento de Ciencias Básicas
Especialización en estadística aplicada**

**Bogotá D.C.
2016**

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá, D.C 11 Junio del 201X

Las Directivas de la Universidad de
Los Libertadores, los jurados calificadores y el cuerpo
Docente no son responsables por los
criterios e ideas expuestas En el presente documento.
Estos corresponde únicamente a los autores

TABLA DE CONTENIDO

Resumen, 1

Capítulo 1 – Introducción, 2

Capítulo 2 – Marco de Referencia, 5

Capítulo 3 – Marco Teórico, 10

Capítulo 4 – Marco Metodológico, 13

Capítulo 5 – Resultados y Análisis, 15

Capítulo 6 – Conclusiones y Recomendaciones, 24

Bibliografía, 26

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Descriptivos de la Rotación de personal, 16
- Tabla 2. Tabla de frecuencia de la rotación de personal, 16
- Tabla 3. Comparativa modelos ARIMA, 18
- Tabla 4. Modelo ARIMAX con todas las variables exógenas, 19
- Tabla 5. Modelo ARIMAX con variables exógenas significativas, 20
- Tabla 6. Predicción del ARIMAX para Enero/16-Abril/16, 21
- Tabla 7. Predicción del ARIMAX para Mayo/16-Julio/16, 23

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Propiedades estacionariedad, 10
- Figura 2. Rotación de la compañía y Boxplot de la misma, 15
- Figura 3. ACF rotación de personal, 17
- Figura 4. PACF Rotación de personal, 17
- Figura 5. Comportamiento residuales ARIMA (0,1,1), 19
- Figura 6. Residuales ARIMAX, 21
- Figura 7. Comparativa predicción vs datos reales, 22

MODELO DE PREDICCIÓN DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL PARA EMPRESA DEL SECTOR BPO

Alejandro Amaya Medina¹

Resumen

La rotación de personal es un evento que sucede en todas las empresas, y trae consigo la necesidad de conseguir nuevos empleados, y por ende el inicio del proceso de selección. El presente trabajo presenta un modelo Arimax (0,1,1) cuyas variables exógenas son las horas extras que realizan los empleados en la empresa y los descargos que se les hacen a los mismos. Este modelo permite predecir la rotación de una compañía del sector BPO en los siguientes meses, permitiendo así iniciar la selección de manera anticipada. Lo anterior permite mejorar los tiempos de respuesta y la calidad de los empleados vinculados.

Palabras clave: Selección de personal, Rotación, ARIMAX, Predicción

Abstract

Staff turnover is an event that happens in every company, and it brings the need to get new employees, and hence the start of the selection process. This paper presents a Arimax model (0,1,1) and their exogenous variables are overtime hours by employees in the company and depositions that are made to them. This model predicts the Staff turnover of a company in the sector BPO in the coming months, allowing that selection start early. This improves response time and quality of the employees hired.

Palabras clave: Personnel selection, Staff turnover, ARIMAX, Prediction

¹ Psicólogo de la Universidad Piloto de Colombia. E-mail: oal90@hotmail.com

Capítulo 1 - Introducción

La rotación de personal es un fenómeno que ocurre en toda empresa, y a nivel general hace referencia al cambio de empleados que ocurre dentro de la compañía, es decir, cuando trabajadores se van de la empresa, y en su remplazo llegan nuevas personas, se habla de rotación. La rotación lógicamente trae consigo la necesidad de hacer selección de este nuevo personal, y es aquí donde se presentan algunas dificultades y se evidencian opciones de mejora al proceso de selección.

En la mayoría de compañías, especialmente las que cuentan con un gran número de colaboradores, se cuenta con un ADS (Acuerdo de Servicio) el cual estipula las condiciones que se deben cumplir en el proceso de selección, siendo la más relevante los días en los que se debe lograr la vinculación del nuevo colaborador.

Lo anterior conlleva a los siguientes inconvenientes:

a) Es común que en algunos procesos se presenten dificultades por factores de tipo aleatorio (Por ejemplo candidatos que no asisten a las entrevistas, candidatos que cuando se tiene adelantado el proceso son contratados en otra empresa, etc.), lo que se traduce en incumplimiento de los días establecidos por el ADS

b) La presión que existe por no exceder los días establecidos para la selección, conlleva a que en ocasiones, cuando el proceso no está fluyendo de forma adecuada, no se sea tan exigentes con los candidatos.

c) Lo anterior puede ocasionar que el candidato no se adapte tan fácilmente a su trabajo, lo que perjudica al área en la cual se encuentre la persona laborando. Adicionalmente puede generar que la persona sienta insatisfacción hacia su trabajo, y por ende, renuncie.

Estas dificultades son comunes, y son una consecuencia natural del funcionamiento a posteriori que tienen los procesos de selección (Se comienza la búsqueda de la persona cuando ya se ha generado la necesidad). Mientras se siga actuando de una manera reactiva, se seguirán generando incumplimientos en los ADS, baja en la calidad de la selección, mayores índices de rotación, afectación negativa en la productividad de las áreas, y como consecuencia de todo lo anterior, una gran insatisfacción por parte del cliente.

Un camino para mejorar esta problemática es trabajar en un proceso no reactivo, sino predictivo. A través del análisis de datos de la compañía, y

en especial relacionados con la rotación de empleados, se puede predecir cuantos empleados están próximos a salir de la compañía, y con base en esto se puede iniciar la selección con anticipación, contando así con muchos más días para la ejecución, lo que conllevaría lógicamente a que sea más improbable incumplir los ADS, y a su vez beneficiaria la calidad de las personas que serán vinculadas. Esto disminuirá la probabilidad de un retiro rápido, o de una mala adaptación al puesto de trabajo. Todo lo anterior se traduce en una mayor satisfacción del cliente.

Cabe destacar que en la actualidad se está hablando del uso de Analytics en Recursos Humanos [RRHH], con el fin de convertir los datos que se poseen de los empleados en un activo valioso para la compañía. Por ejemplo se pueden identificar cuáles son las características que poseen los mejores empleados, con el fin de que los nuevos colaboradores también posean dichos rasgos; analizar datos alusivos al clima laboral, anticipar que personas están próximas a renunciar, etc. La compañía sobre la cual está basado el presente documento, no utiliza Analytics en su departamento de RRHH, por ende se está desperdiciando una importante herramienta para el mejoramiento de la misma, y se identifica la opción de mejora de empezar a hacerlo.

Formulación

El presente estudio formula el diseño de un modelo estadístico cuyo objetivo general es predecir la rotación de personal que tendrá determinada empresa del sector BPO. En la búsqueda de dicho objetivo general, también se pretenden alcanzar los siguientes objetivos específicos: a) hacer una descripción general de cómo se comporta la rotación en la compañía, b) identificar factores asociados a la rotación de personal, c) proyectar la rotación que tendrá la empresa durante los siguientes 3 meses.

Justificación

El modelo de predicción obtenido como producto del presente trabajo de investigación transformará la forma de realizar la selección en esta empresa del sector del BPO. Se pasará a hacer una selección de tipo predictiva, lo cual, además de ser algo innovador en Colombia; permitirá mejorar los tiempos del proceso y la calidad de los candidatos vinculados. Teniendo en cuenta que el recurso más valioso de una compañía es su recurso humano y que de este depende el éxito o fracaso de una compañía, se estará impactando de una forma trascendental a la organización.

Adicionalmente, gracias a lo anterior, se logrará una mayor satisfacción en el cliente, lo que ayuda a mejorar la percepción que estos tienen del área de recursos humanos en general; ya que el Core del área, como en la mayoría de empresas; esta en la selección (Es decir es el proceso de RRHH que más atención se le presta en las empresas).

Capítulo 2 – Marco de Referencia

Cabrera Piantini, Ledezma Elizondo, & Rivera Herrera (2011) (citando a Galarza (2000), p. 227) Explican el concepto de rotación como "...la relación entre el número de empleados que ingresan y los que dejan de trabajar en la organización. La tasa de rotación de personal puede ser un indicador importante en la estabilidad del personal..." Es decir siempre que empleados abandonan la compañía (los motivos pueden ser diversos) y llegan nuevos colaboradores a esta, se está hablando de rotación de personal. Esto es un fenómeno normal en las empresas, independiente de su tamaño, más aun considerando la época actual en la que se habla de millenians. La generación nacida entre 1981 y 1999 y cuyos integrantes se "perfilan como quienes transformarán radicalmente los tiempos y los espacios de trabajo...en general se caracterizan por su familiaridad con las herramientas comunicacionales y las tecnológicas de la era digital, y están decididos a hacer valer ese conocimiento." (Forbes Staff, 2014).

Esta generación concibe el trabajo bajo nuevos paradigmas que no existían en generaciones anteriores. Los millenians se sienten a gusto con el cambio. Debido a lo anterior si se sienten maltratados en un trabajo, no dudarán en buscar un nuevo lugar para laborar. No quieren que su vida este sometida al trabajo (Biro, s.f.).

Los millenians debido a sus gustos, preferencias y formas de ver el entorno laboral, son considerados como una generación móvil, en todo sentido, y como es de esperar, laboralmente también. En generaciones anteriores era normal encontrar personas que llevaban más de 10 años en una misma organización; a día de hoy esta es algo difícil de que ocurra con los millenians, ya que estos buscan constantemente el aprendizaje, el crecimiento y la satisfacción, y en el momento en el que sienten que donde se encuentran trabajando no pueden brindarles estos, prefieren buscar nuevos horizontes. Lo anterior ha generado en las compañías que haya una mayor recambio de empleados, es decir, mayor rotación.

Es importante destacar que la rotación no puede considerarse del todo mala, ya que también tiene sus ventajas, aunque también efectos negativos.

Rhslatam(2013) destaca como ventajas: a) Comúnmente los nuevos trabajadores están más capacitados, b) Las personas son más jóvenes, c) Lo anterior genera que el recurso humano sea más innovador, d) Se puede remplazar a los empleados que no tienen desempeño óptimo y que terminan

siendo un costo sin utilidad para la compañía, e) Baja salarial, ya que por lo general los nuevos empleados cobran menos que los antiguos.

Rhslatam(2013) también habla respecto a las desventajas: a) Perjudica la cohesión del equipo, ya que no hay continuidad en los integrantes, b) Se puede percibir que la empresa no es un buen lugar para trabajar debido a que rota mucho personal, c) Conflictos con la seguridad de la información, ya que están dejando la organización personas que pueden tener conocimientos importantes respecto a la empresa, d) el más trascendental está orientado hacia los costos. La rotación conlleva a gastos asociados a múltiples factores, como por ejemplo tiempos perdidos en el proceso ya que no se cuenta con el recurso humano, además de la inversión que se debe hacer en la selección, contratación, inducción y capacitación

Considerando esto, la rotación, siempre y cuando se mantenga en niveles aceptables, no generan mayores dificultades, sin embargo en altos niveles puede ser muy perjudicial para la compañía. Para comprender mejor este fenómeno, además de hablar de las ventajas y desventajas, es importante hacer alusión a los factores que propician el recambio de empleados en la compañía.

Factores que generan rotación

Según rrhh-web (2006) la rotación de personal, por lo general se debe a alguno o varios de los siguientes factores:

a) Factores organizacionales: Se percibe que no existe posibilidad de crecimiento personal y profesional dentro de la compañía; insatisfacción con el lugar donde se encuentra ubicada la compañía (razones de tipo personal o familiar); se percibe que no hay estabilidad laboral en la empresa

b) Factores del puesto de trabajo: no existe interés ni motivación para ejecutar las funciones del cargo; salario bajo; disgusto con los lineamientos de RRHH (aumento de sueldo, ascensos, etc.); malestar hacia los jefes o compañeros de trabajo; falta de autonomía en el cargo

c) Factores personales: son más los costos que los beneficios para la persona de trabajar en la empresa; la persona ya no necesita de tener un trabajo.

d) Factores competitivos: Oferta de mejor salario; Oportunidad de un nuevo empleo, que aunque no tenga un mejor salario, si es más satisfactorio para la persona.

Lo mencionado anteriormente, hace alusión a cuando la rotación es propiciada por decisión del empleado. Sin embargo también es importante

mencionar que la empresa también puede propiciarla al tomar la decisión de despedir empleados, ya sea con justa o sin justa causa.

Respecto a los despidos es fundamental destacar que La mayor cantidad de despidos están relacionados con la improductividad, ya que las personas no alcanzan los objetivos del cargo. Bastantes empleados se comprometen a alcanzar metas las cuales no están en capacidad de lograr y, debido a lo anterior, ante el incumplimiento, el jefe se lleva una mala imagen de ellos. (Aliadolaboral, s.f.)

Existen otros elementos importantes a considerar:

Otra razón fundamental es la contribución de algunos empleados en crear un mal ambiente laboral...Las acciones en este sentido tienen que ver con indisponer a sus compañeros de trabajo con las directrices de sus jefes, tener una mala actitud al recibir alguna instrucción de trabajo y propiciar que sus compañeros no cumplan con sus objetivos por temas de celos o reconocimientos personales. (Aliadolaboral, s.f.)

Adicionalmente también son causas "...la llegada tarde y reiterada...agresividad con los jefes...mala presentación personal" (Aliadolaboral, s.f.)

Cabe anotar que en el momento que un empleado deja de trabajar en la compañía, sea por decisión propia o por decisión de la empresa, esto dispara el inicio del proceso de reclutamiento y selección en la compañía, para lograr suplir la vacante que este colaborador ha dejado.

Reclutamiento y Selección de Personal

El reclutamiento se define como el proceso de atraer individuos oportunamente en suficiente número y con los debidos atributos y estimularlos para que soliciten empleo en la organización. Igualmente, puede ser definido como el proceso de identificar y atraer a la organización a solicitantes capacitados e idóneos" (rrhh-web, 2006).

Es decir, el resultado final del proceso de reclutamiento es que las personas estén interesadas en la oferta de trabajo de la organización, es decir que se conviertan en candidatos para un empleo. Dicho proceso de reclutamiento se realiza siguiendo varias estrategias, siendo la principal la publicación de ofertas de trabajo en diversos portales de internet, en la cual,

las personas interesadas aplican a dichas ofertas, y posteriormente desde la compañía se le cita a entrevista.

Posterior a esto viene la selección, la cual, según Bachenheimer adaptando lo dicho por Chiavenato (2002), puede ser definida como "... la elección del individuo adecuado para el cargo adecuado. En un sentido más amplio, escoger entre los candidatos reclutados los más adecuados, para ocupar los cargos existentes en la empresa, tratando de mantener o aumentar la eficiencia y el desempeño del personal, así como la eficacia de la organización"

El proceso de reclutamiento y selección puede ser explicado a nivel general en las siguientes etapas: En primer lugar el levantamiento del perfil requerido, seguido de la generación de la vacante en la compañía. De ahí se inicia el proceso de reclutamiento y luego de tener los candidatos reclutados empieza el proceso de selección el cual consta de entrevistas, pruebas, verificación de referencias, entre otros. (Udea, s.f.). A continuación se explican más a detalle estas etapas.

El levantamiento de perfil hace referencia a tener conocimiento del perfil del cargo, es decir todas las características, competencias y conocimientos que debe tener el empleado para poder desempeñarse de manera idónea en la compañía. El reclutamiento cuya definición ya se dio anteriormente puede ser interno o externo; interno hace referencia a buscar a los candidatos dentro de la misma empresa y externa (la cual es la más común) significa buscarlos afuera de la misma.

El proceso de selección consta de una entrevista que realiza el psicólogo, las pruebas que se aplican a los candidatos y comúnmente también se realiza una entrevista con el jefe inmediato. A partir de los resultados obtenidos en las etapas anteriormente nombradas se selecciona el candidato que se desea haga parte de la organización. Posterior a esto se hacen validación de referencias laborales, en donde se llaman a las empresas donde el candidato reporta haber trabajado y se verifica las fechas en las cuales laboro, el cargo, funciones y a nivel general el desempeño que la persona tuvo. Si todo fue favorable se procede a hacer una visita domiciliar donde se observa si el entorno en el que vive la persona es acorde a lo que la compañía espera sea este aspecto en un nuevo colaborador.

Cabe destacar que aunque no se nombró en el esquema, algunas empresas también realizan estudios de seguridad que constan de, por ejemplo, de consulta de antecedentes de las personas y/o prueba de polígrafo.

Este es el esquema que se maneja desde hace décadas para la selección, sin embargo recientemente están surgiendo herramientas basadas en el análisis de datos para mejorar este proceso, y en general todo lo alusivo al recurso humano. Es conocido como People Analytics.

People Analytics

People Analytics se puede definir como:

La aplicación de técnicas de Big Data y Business Intelligence al área de los recursos humanos con el objetivo de conocer mejor a nuestros colaboradores y aumentar su grado de satisfacción y productividad...La principal innovación respecto a un enfoque más convencional es el uso intensivo de datos para el diagnóstico y la toma de decisiones en el departamento de personas: a quién contratar, a quién promocionar, cual la estructura ideal de la compañía, etc. (Gallego, 2016)

People Analytics conlleva a un análisis exhaustivo de los datos generados por las personas, lo que permite comprender mejor a la compañía y la gente que la conforma, como es el desempeño de ellos y como están aportando al beneficio de la compañía. Por ende se convierte en una herramienta clave en la toma de decisiones del área de recursos humanos, y en general de la organización. (HCMFront (2016) citando CIPD (2015))

Cabe mencionar que lo anterior es algo innovador, y por dicho motivo no son muchas las empresas que utilizan esta nueva herramienta. Más aún si hablamos de Colombia, en donde las nuevas tendencias en RRHH suelen llegar con retraso. Sin embargo es una herramienta muy valiosa que puede permitir mejorar significativamente recursos humanos si se usa de manera adecuada.

Capítulo 3 – Marco Teórico

Considerando que el modelo estadístico que fundamenta este trabajo esta basado en series de tiempo, es importante hablar al respecto de ellas. Una serie de tiempo es "...un conjunto de datos numéricos que se obtienen en periodos regulares a través del tiempo..." (Levine, 1996, p. 859), por ejemplo índices bursátiles, la tasa de inflación, de desempleo, etc. son series de tiempo. El objetivo de analizar series de tiempo, según Levine (1996) subyace en la suposición que:

Los factores que han ocasionado patrones de actividad en el pasado y en el presente continuaran haciéndolo, más o menos de la misma forma en el futuro. Por consiguiente, los principales objetivos del análisis de series temporales consisten en identificar y aislar tales factores de influencia con el fin de hacer predicciones. (p. 859)

Una serie de tiempo está conformada por un componente de: a) tendencia: representa el crecimiento o la disminución en los valores de la serie de tiempo subyacentes a la misma b) ciclo: fluctuaciones que se presentan en la serie en forma de olas, los cuales tienen más de un año de duración. c) Estacional: hace alusión al patrón en los cambios que se presentan de forma más o menos predecible y que aparecen por lo general anualmente. d) aleatorio: fluctuaciones irregulares que no pueden ser predichas (Hanke & Wichern, 2005).

Una característica importante en una serie de tiempo es la estacionariedad. Se puede afirmar que una serie de tiempo es estacionaria si su media y varianza son constantes en el tiempo y si el valor de la covarianza entre dos periodos no depende del factor tiempo. Gujarati (2004, p. 772) lo expresa así:

<p>Media: $E(Y_t) = \mu$</p> <p>Varianza: $\text{var}(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2$</p> <p>Covarianza: $\text{Cov}(Y_t, Y_{t+k}) = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)]$</p>
--

Figura 1. Propiedades estacionariedad

Gujarati (2004) explica que si una serie de tiempo es no estacionaria, la forma de comportarse de dicha serie solo podra estudiarse durante el periodo de tiempo del que se tomo, y por ende las conclusiones que surgan de este no podran generalizarse para otros periodos, debido a lo anterior con fines de pronosticar dicha serie no tendria valor. De ahí yace la importancia de trabajar con series que sean estacionarias.

Dickey-Fuller

Una de las pruebas más utilizadas en la actualidad para determinar si la serie de tiempo es o no estacionaria es el test de Dickey-Fuller. El cual permite conocer si un modelo autorregresivo, del cual se hablara más adelante, posee raíz unitaria y por ende es no estacionario.

Una variable simple autorregresiva tiene la forma $X_t = \alpha X_{t-1} + E_t$. Si sustraemos X_{t-1} de ambos lados el resultado es:

$$\Delta X_t = (\alpha - 1)X_{t-1} + E_t$$

La ecuación... es la base de la prueba Dickey-Fuller. El estadístico de prueba es el estadístico t sobre la variable dependiente rezagada. Si $\alpha > 1$ el coeficiente de la variable dependiente rezagada será positivo. Si α es igual a la unidad, $(\alpha - 1)$ será igual a cero. En ambos casos x_t será no estacionaria.

La hipótesis nula en la prueba Dickey-Fuller es que α es igual a 1. La hipótesis alternativa es que $\alpha < 1$, es decir, que $(\alpha - 1)$ es negativo, lo que refleja el proceso estacionario (Mahadeva & Robinson, 2009, p.24).

Como se mencionó anteriormente este test está diseñado para modelos autoregresivos, el cual es el caso del modelo sustentado en el presente trabajo, el cual recibe el nombre de Arimax. Sin embargo para comprender mejor el concepto del Arimax es necesario en primera medida hablar de los procesos AR y MA, y los modelos Arma y Arima.

Proceso autoregresivo (AR) y Proceso de media móvil (MA)

Cuando se hace alusión a los procesos AR se dice que el valor de Y_t , es decir el valor de la serie en el periodo t, depende de su valor en determinados periodos anteriores y de un factor de tipo aleatorio. De este modo, por ejemplo, si el valor de Y_t depende de los valores obtenidos en los dos periodos anteriores hablamos de un AR (2). (Gujarati ,2004)

Referente al Proceso MA Gujarati afirma:

Supóngase que se hace un modelo de Y de la siguiente manera:

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1}$$

Donde μ es una constante y u_t es el término del error estocástico con ruido blanco. Aquí, Y en el periodo t es igual a una constante más un promedio móvil de los términos de error presente y pasado. Así en el caso presente, se dice que Y sigue un proceso de medio móvil de primer orden, o MA (1)" (Gujarati, 2004, p.813)

Habiendo hecho claridad respecto a los procesos AR y MA, es relevante mencionar que es común que la serie de tiempo tenga rasgos tanto AR como MA, en tal caso hablamos de un modelo ARMA. Sin embargo, los modelos ARMA son para trabajar con series estacionarias. Por tal motivo, si la serie es no estacionaria, se deberá trabajar con modelos ARIMA, en el cual, además de los componentes AR y MA, existe el componente I, que hace alusión a la integración que debe tener la serie, para que se vuelva de tipo estacionario. Un modelo ARIMA se representa como (p,d,q) donde "...p denota el número de términos autoregresivos, d el número de veces que la serie debe ser diferenciada para hacerse estacionaria y q el número de términos de media móvil" (Gujarati ,2004, p.814).

Si a un modelo arima se le incluyen variables exógenas que se considera también tienen influencia en Y, entonces se obtiene un modelo Arimax.

El modelo se obtiene de tres partes: La primera es auto regresiva que relaciona la serie con observaciones de periodos anteriores de ella misma. La segunda parte son medias móviles (MA) que relaciona la serie como una función de una sucesión de errores correspondientes a periodos anteriores ponderados. La tercera parte (X) son las observaciones anteriores de una serie exógena (Avellaneda , Ochoa , & Figueroa , 2012).

Capítulo 4 – Marco Metodológico

Unidad de Análisis: Registro del indicador de rotación de la compañía.

El indicador de rotación mensual es calculado al dividir el número de personas que se retiraron en el mes, sobre el promedio de la planta de la compañía en los últimos 2 meses. Esta operación proporciona el dato de que porcentaje de personas rotaron en la organización.

Por ejemplo si en determinado mes se fueran de la empresa 100 personas, y el promedio de empleados en los dos últimos meses fuera de 2000, la operación a realizar sería $100/2000=0,05$. Es decir, roto el 5 % de los colaboradores de la empresa.

Instrumentos:

R: Software libre para el análisis de datos a nivel estadístico

Base de datos: Está conformada por el indicador de rotación de la compañía, desde Enero de 2013 hasta Abril del año 2016.

También está conformada por métricas relacionadas con la cantidad de horas extras que se realizan en la empresa, porcentaje de ejecución del programa de bienestar, porcentaje de descargos en la empresa, y la carga de trabajo que tuvieron los empleados en su jornada laboral. Todas estas medidas son tomadas mensualmente y se encuentran en el mismo panorama temporal del indicador de rotación, es decir desde Enero de 2013 hasta Abril del año 2016. Estas métricas serán las variables exógenas que se incluirán en el modelo ARIMAX.

Diseño Estadístico:

1. Análisis de tipo descriptivo: Media, Mediana, frecuencias, cuartiles, desviación estándar y coeficiente de variación
2. Graficar variable para observar comportamiento de la misma
3. Realizar test de Dickey – Fuller para conocer si la serie presenta o no condición de estacionariedad
4. En caso de la variable ser estacionaria se deberá trabajar la serie de tiempo diferenciada
5. Utilizar ACF (Función de autocorrelación) y PACF(Función de autocorrelación parcial) para deducir la configuración del modelo ARIMA. Se plantean varios modelos
6. Obtener el AIC de los modelos
7. Obtener el BIC de los modelos

8. Aplicar a los residuales los test de Box-Ljung y Shapiro Wilks
9. Escoger el modelo con el AIC y BIC más pequeño
10. Validar que los residuales del modelo seleccionado presenten normalidad
11. realizar ACF y PACF a los residuos
12. Después de tener el modelo ARIMA seleccionado, se procede a integrar a estas variables exógenas, convirtiéndolo así en un modelo ARIMAX
13. Observar el aporte de las variables exógenas al modelo
14. Excluir variables Exógenas no significativas del modelo ARIMAX
15. Para poder utilizar el ARIMAX se debe tener la predicción de los siguientes meses de las variables Exógenas, por ende se debe realizar esta predicción siguiendo los pasos anteriormente nombrados para cada una de las variables
16. Luego de tener las predicciones de las variables exógenas, se procede a correr el ARIMAX el cual dará la predicción final para los siguientes meses.

Capítulo 5 – Resultados y Análisis

Antes de iniciar la creación del modelo ARIMAX, es pertinente realizar una descripción general de la serie de datos que contiene la información alusiva a la rotación de personal de la compañía (Ver figura 2)

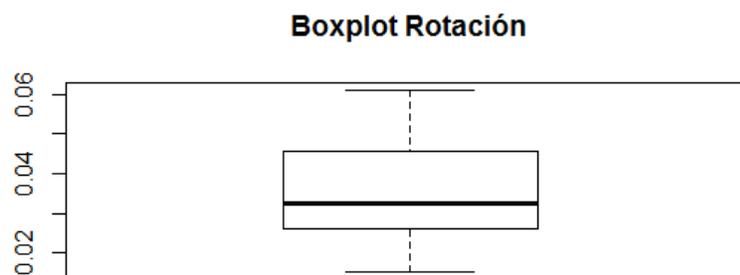
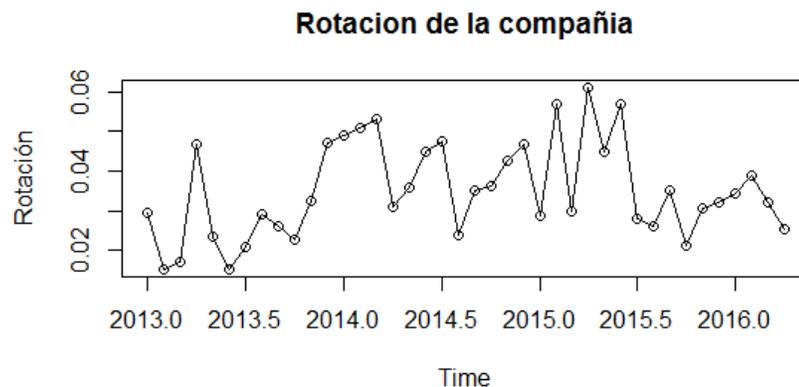


Figura 2. Rotación de la compañía y Boxplot de la misma.

Se puede observar en la rotación graficada que el punto más alto de la serie se presentó en mitad de 2015 con un valor cercano al 6 %. La rotación más baja se dio en algunos meses del año 2013, con valores menores al 2 %. En este 2016 la rotación se ha movido en un rango de entre el 2% y 4 %. El Boxplot permite observar que no existen datos atípicos en la serie.

Como se detalla en la tabla 1, en promedio existe una rotación del 3.52 %, el mínimo valor que se obtuvo en un mes fue de 1.54 % y el máximo el 6.10 %. El 25 % de los meses hubo una rotación inferior al 2.63. El 25 % de los meses hubo una rotación superior al 4.54 %. Se observa que el coeficiente de variación es de 34.21 %, por ende los datos presentan alta dispersión con respecto al promedio, y el mismo no es muy representativo. En este caso se sugiere utilizar la mediana y los cuartiles para describir la

información.

Tabla 1. Descriptivos de la Rotación de personal

Medida	Valor
Media	3.52%
Mínimo	1.54%
Máximo	6.10%
1er cuartil	2.63%
Mediana	3.24%
3er cuartil	4.54%
Desviación Estándar	1.2%
Coeficiente de Variación	34.21%

En la tabla 2 se observa que la mayoría de meses hubo una rotación entre el 2 y el 3.99%. En muy pocos meses hubo rotación menor al 2% o mayor al 6%.

Tabla 2. Tabla de frecuencia de la rotación de personal

Intervalo	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Absoluta acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
1%-1.99%	3	3	7.5%	7.5%
2%-2.99%	12	15	30.0%	37.5%
3%-3.99%	12	27	30.0%	67.5%
4%-4.99%	8	35	20.0%	87.5%
5%-5.99%	4	39	10.0%	97.5%
6%-6.99%	1	40	2.5%	100.0%

Posterior a la descripción de la serie de tiempo, se debe proceder con la creación del modelo de predicción. Como se mencionó con anterioridad en el apartado teórico, la serie de tiempo debe ser estacionaria con el fin de que el proceso predictivo sea adecuado, por tal motivo el primer paso que se debe realizar es aplicar el test de Dickey – Fuller para observar estacionariedad:

Dickey-Fuller = -1.9303, Lag order = 3, p-value = 0.6753

Por ende la serie es no estacionaria. Debido a lo anterior se debe diferenciar la serie de tiempo con el fin de volverla estacionaria. Al aplicar una diferencia obtenemos que:

Dickey-Fuller = -4.2417, Lag order = 3, p-value = 0.01956

Es decir que se logra la estacionariedad trabajando con una diferencia. La serie de tiempo de la rotación de la empresa es integrada de orden 1.

A continuación se debe observar la función de autocorrelación [ACF] y la función de autocorrelacion parcial [PACF] con el fin de poder configurar los parámetros del modelo ARIMA

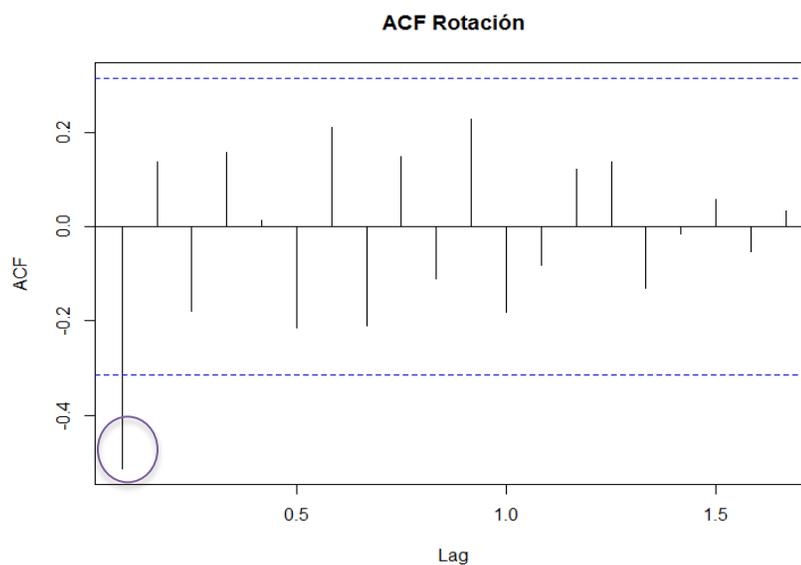


Figura 3. ACF rotación de personal

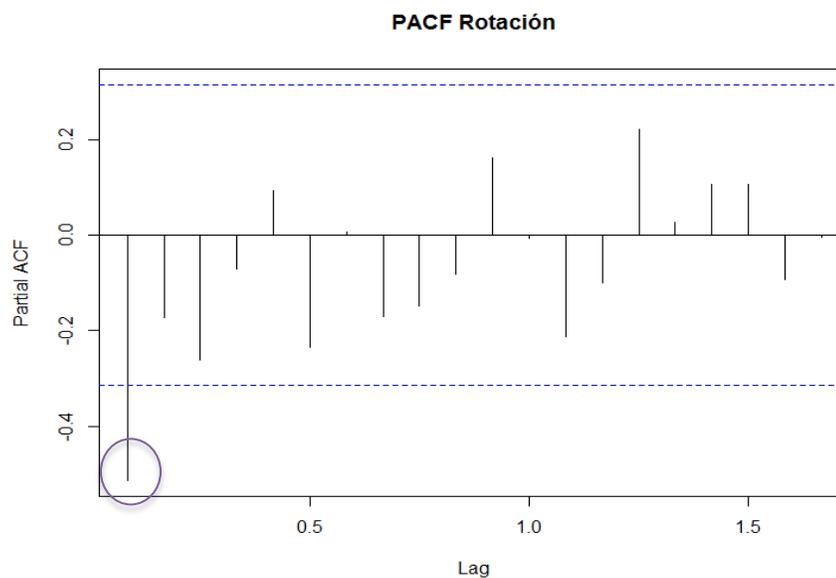


Figura 4. PACF Rotación de personal

Teniendo en cuenta el comportamiento de los rezagos en el ADF (Ver figura 3) y PACF (Ver figura 4), en los cuales el lag 1 excede las bandas de confianza, y teniendo en cuenta que la serie es integrada de orden 1, se plantean los siguientes posibles modelos:

- a) Arima (1,1,1)
- b) Arima (1,1,0)
- c) Arima (0,1,1)

Al analizar los estadísticos relevantes para evaluar el mejor modelo, se obtiene la siguiente información:

Tabla 3. Comparativa modelos ARIMA

ARIMA	AIC	BIC	Shapiro-Wilks	Box-Ljung
(1.1.0)	-228.4889	-225.1617	0.4566	0.2896
(0.1.1)	-232.1089	-228.7818	0.6348	0.6449
(1.1.1)	-230.1126	-225.1219	0.6724	0.6408

Considerando lo anterior (Ver tabla 3), el mejor modelo es el ARIMA (0,1,1) ya que es el que tiene el menor AIC y BIC. Adicionalmente los test realizados muestran que no existen problemas de normalidad o de correlación con los residuos. Este modelo tiene un σ^2 estimado de 0.0001351

En la figura 5 muestra una gráfica de los residuos y el ACF y PACF de los mismos, corroborando que no existe ninguna anomalía en estos.

Después de tener el modelo ARIMA seleccionado, se procede a transformar este en un ARIMAX, agregándole variables exógenas que pueden ser explicativas de la rotación de personal.

Estas variables exógenas, como se mencionó en el marco metodológico son:

- a) Extras: Horas extras que realizaron los empleados de la empresa en determinado mes.
- b) Bienestar: Porcentaje de ejecución del programa de Bienestar de la compañía. Mayor valor significa que se realizaron más actividades en busca de la satisfacción de los empleados.

c) Descargos: Porcentaje de descargos que hubo tomando como base el valor estimado que es de 100 descargos por mes.

d) Producción: Métrica que explica la cantidad de trabajo que tuvieron los colaboradores en el mes, a mayor valor significa que hubo más carga de trabajo para ellos.

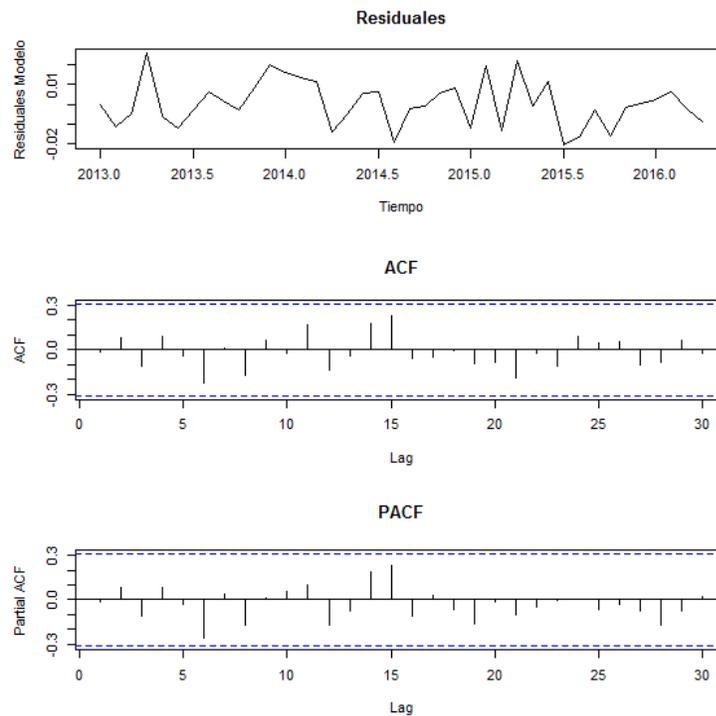


Figura 5. Comportamiento residuales ARIMA (0,1,1)

Así que se ejecutara el modelo ARIMA (0,1,1) junto a las variables exógenas de Extras, Bienestar, Descargos y Producción, convirtiéndola así en un ARIMAX. La información obtenida por el modelo es la siguiente (Ver tabla 4):

Tabla 4. Modelo ARIMAX con todas las variables exógenas

	MA(1)	Extras	Bienestar	Descargos	Producción
Coefficiente	-0.9999	0.0075	-0.0036	0.0219	0.0055
S.E	0.1125	0.0006	0.0081	0.0026	0.0044
T	-8.888	12.5	-0.444444444	8.423077	1.25

Para seleccionar las variables exógenas que son significativas, se debe obtener el valor de T, dividiendo el coeficiente por el error estándar [S.E]. Si el valor es superior a 3 se considera significativa la variable.

Por tal motivo se descartan las variables Producción y Bienestar ya que no son significativas y el modelo se trabaja con las variables de Extras y Descargos. Al correr el modelo ARIMAX con esta configuración se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 5. Modelo ARIMAX con variables exógenas significativas

	MA(1)	Extras	Descargos
Coefficiente	-0.9789	0.0074	0.0213
S.E	0.2026	0.0006	0.0026
T	-4.83	12.33	8.19

Como se ve en la tabla 6 las variables son significativas, el modelo presenta un σ^2 estimado = $1.059e-05$ AIC=-324.82, BIC= -318.16. Si se comparan el σ^2 estimado, AIC y BIC del modelo ARIMA (0,1,1) y el ARIMAX, se puede determinar que el mejor modelo entre estos dos es el ARIMAX.

Los coeficientes deben ser interpretados de la siguiente manera:

a)Extras: considerando que cada unidad de la variable equivale a 1000 horas extras, significa que por cada 1000 horas extras que se realicen, se espera que la rotación aumente un 0,74%, siempre y cuando las otras variables del modelo permanezcan estables.

b) Descargos: Considerando que cada unidad tiene la equivalencia de 100 descargos, significa esto que por cada 100 descargos que se den en la compañía, se espera que la rotación aumente un 2.13%, siempre y cuando las otras variables del modelo permanezcan estables.

En la figura 6 se puede ver el comportamiento de los residuos y el ACF y PACF de los mismos. No existen problemas con los mismos.

Con el fin de medir el acierto del modelo para predecir, este se correrá con los datos hasta diciembre de 2015 y se procederá a hacer la predicción para los meses de Enero, Febrero, Marzo y Abril. El modelo ARIMAX pedirá los valores de las variables exógenas para estos meses, los cuales ya se

poseen. Posterior a esto se comparara el resultado de rotación predicho por el modelo vs el dato real (Ver tabla 7)

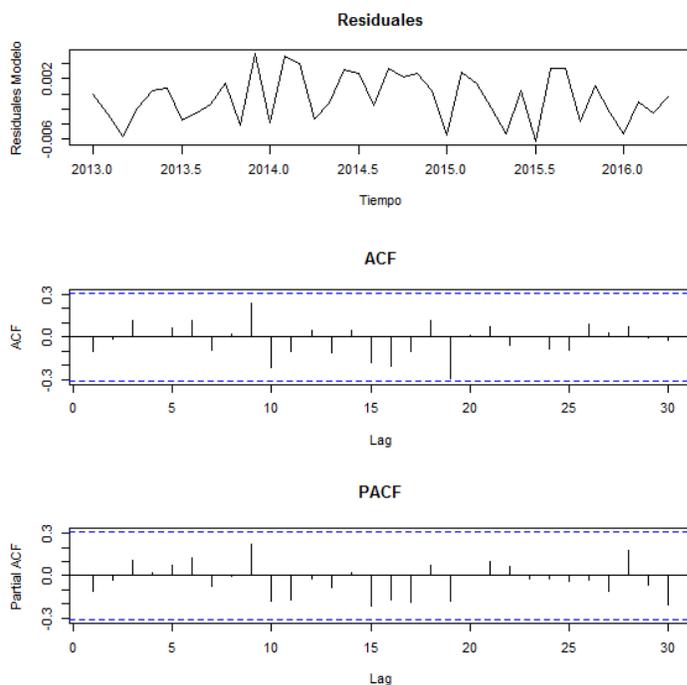


Figura 6. Residuales ARIMAX

Se puede observar que los datos son cercanos entre sí, por lo cual el modelo logra hacer predicciones de manera adecuada. Para observar mejor el comportamiento del modelo ARIMAX se muestra a continuación la gráfica de la serie ajustada vs la observada, es decir los valores que habría predicho el modelo vs valores reales.

Tabla 6. Predicción del ARIMAX para Enero/16-Abril/16

Mes	Predicción Modelo	Real
Enero	3.96%	3.44%
Febrero	4.00%	3.9%
Marzo	3.46%	3.22%
Abril	2.58%	2.54%

Así pues después de seguir todos los pasos y realizar todas las verificaciones necesarias, se logró encontrar el mejor modelo para realizar predicciones acertadas. Por lo cual el último paso es realizar las predicciones

de la rotación de la compañía para los siguientes 6 meses, es decir el lapso transcurrido entre Mayo y Octubre.

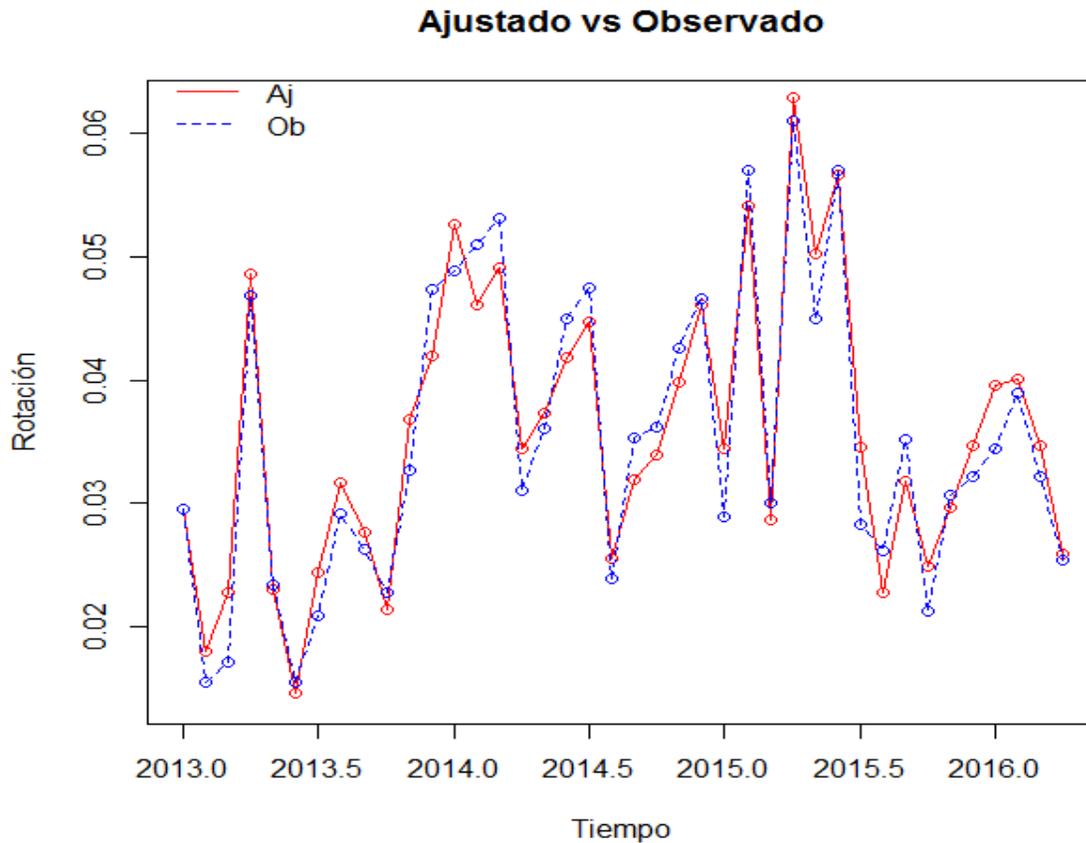


Figura 7. Comparativa predicción vs datos reales

Predicción 3 meses adelante

Como se mencionó anteriormente para poder realizar con el modelo ARIMAX se deben introducir los valores que tendrán las variables exógenas en los siguientes meses. Teniendo en cuenta que esta información no se posee, se debe pues realizar predicciones también para estas, para así, obtener el valor de la rotación de personal a futuro.

Por ende con las variables Extras y Descargos se realizó el mismo procedimiento que hasta el momento se ejecutó con la rotación de personas para estimar el modelo ARIMA. Se evalúa la estacionariedad de las variables con el test de Dickey-Fuller. Para extras se obtuvo:

Dickey-Fuller = -2.0628, Lag order = 3, p-value = 0.5488

Para Descargos se obtuvo:

Dickey-Fuller = -1.9596, Lag order = 3, p-value = 0.5893

Es decir las series son no estacionarias, y se deben diferenciar. Aplicando una diferencia se consigue volver las series estacionarias ya que para extras:

Dickey-Fuller = -3.859, Lag order = 3, p-value = 0.02601

Para descargos:

Dickey-Fuller = -4.215, Lag order = 3, p-value = 0.01175

Con las series diferenciadas se observó el ACF y PACF de las mismas, para así configurar los mejores modelos ARIMA, además se analizó los residuales para que no existieran dificultades con los mismos. Después de esto se encontró que el mejor modelo para la variable Extras es un modelo ARIMA (1,1,0) con AIC=117.17 y BIC=122.23 y para la variable Descargos un ARIMA (1,1,1) con AIC=9.80 y BIC=14.79

Al correr el modelo ARIMAX en conjunto con los modelo ARIMA de las variables exógenas, se obtuvo la siguiente predicción de la rotación de personal de la empresa.

Tabla 7. Predicción del ARIMAX para Mayo/16-Julio/16

Mes	Predicción Rotación
Mayo	3.29%
Junio	3.43%
Julio	3.47%

Considerando toda la información obtenido en el análisis de resultados, se llega a las siguientes conclusiones.

Capítulo 6 – Conclusiones y Recomendaciones

De acuerdo a los objetivos inicialmente planteados; la información trabajada en el marco de referencia, metodológico y teórico; y a lo observado en el análisis y los resultados, se llega a las siguientes conclusiones

El coeficiente de variación de la serie de tiempo que representa la rotación de personal es de 34.21 %, por lo que los datos tienen alta dispersión con respecto al promedio, por lo que este no es representativo. Es más apropiado utilizar la mediana y los cuartiles para describir la información.

El modelo final, es decir el mejor modelo para predecir la rotación de la compañía es un ARIMAX (0,1,1) con 2 variables exógenas: a) Extras: Hace referencia a las horas extras mensuales que se realizaron en la compañía b) Descargos: Hace referencia al indicador que se calcula basado en cuantos descargos se realizaron mensualmente. Este modelo presenta en cuanto a su AIC un valor de -324.82 y BIC de -318.16

La inclusión en el modelo de las variables Extras y Descargos, y la exclusión de las variables Bienestar y Productividad permite llegar a conclusiones interesantes respecto a las mismas:

a) Las horas extras que se realizan en la compañía tienen influencia en la rotación de personal, es decir a más horas extras que realicen los trabajadores de la compañía mayor rotación habrá. Se estima que por cada 1000 horas extras que estos realicen, la rotación aumentará un 0,74%, siempre y cuando las otras variables del modelo permanezcan estables.

b) Los descargos que se realizan en la compañía tienen influencia en la rotación de personas. A mayor número de descargos mayor rotación habrá. Se estima que por cada 100 descargos que se den en la compañía, la rotación aumentará un 2,13%, siempre y cuando las otras variables del modelo permanezcan estables.

c) La ejecución de las actividades de bienestar no es significativa para el modelo. Es decir dichas actividades no tienen influencia en la rotación de la empresa.

d) La producción promedio del mes, la cual puede ser interpretada como la cantidad de trabajo que tienen los empleados, tampoco es significativa para la rotación. Es decir que el hecho de que los empleados tengan más, o menos trabajo en determinado mes, no influye en que estos se vayan de la compañía.

Llama especialmente la atención los literales c y d, ya que inicialmente tendría lógica considerar que las actividades de bienestar impactan en la felicidad de los empleados y por ende debería mermar la rotación. También sería lógico pensar que cuando los empleados tienen más carga de trabajo estos se sientan agotados y por ende sean propensos a rotar. Sin embargo se concluye que en estos dos casos no es así y que dichas variables no impactan la rotación.

El modelo ARIMAX permite predecir que la rotación que presentara la compañía durante los siguientes 3 meses será: a) Mayo: 3,29%, b) Junio: 3,43%,c) Julio: 3,47%

Recomendaciones

Considerando lo anterior, se dan las siguientes recomendaciones:

Referente a la predicción que se realizó, esta permite tener un estimado de la cantidad de empleados que se irán en los próximos 3 meses, y por ende es posible empezar a ejecutar el proceso de selección de manera adelantada, con el fin de mejorar los tiempos de respuesta y la calidad del proceso.

En cuanto a lo arrojado por las variables exógenas del modelo, se recomienda que en la compañía hayan la menor cantidad posible de horas extras, ya que estas aumentan la rotación, por ende las mismas terminan más que beneficiando, perjudicando a largo plazo al proceso, ya que la rotación implica tener que capacitar al personal nuevo y ser pacientes con la curva de aprendizaje del mismo.

Así mismo se debe buscar, en la medida de lo posible, realizar la menor cantidad de descargos, ya que estos aumentan la rotación. Y sucede como en el caso anterior; se termina perjudicando más que beneficiando el proceso. Por lo cual se deberá buscar hacer descargos a los colaboradores solo en los casos estrictamente necesarios.

Se debe tener en cuenta que el presente trabajo se realizó con variables que provienen de información de dentro de la empresa, por tal motivo sería interesante, más adelante, integrar al modelo ARIMAX variables externas a la empresa, por ejemplo, índices de desempleo o rotación en el sector.

Bibliografía

- Aliadolaboral.com. (s.f.). *Aliadolaboral.com*. Recuperado el 22 de Mayo de 2016, de <http://www.aliadolaboral.com/personas/se4/BancoConocimiento/P/p-principales-causa-despido-colombianos/p-principales-causa-despido-colombianos.aspx?CodSeccion=8>
- Avellaneda , J., Ochoa , C., & Figueroa , J. (2012). COMPARACIÓN ENTRE UN SISTEMA NEURO DIFUSO AUTO ORGANIZADO Y UN MODELO ARIMAX EN LA PREDICCIÓN DE SERIES ECONÓMICAS VOLÁTILES. *Revista Ingeniería-Universidad Distrital Francisco José de Caldas*.
- Bachenheimer, H. (s.f.). <http://drupal.puj.edu.co/>. Recuperado el 22 de Mayo de 2016, de Banco de Objetos - PUJ: http://drupal.puj.edu.co/files/oi050_herman_0.pdf
- Biro, M. (s.f.). *Entrepreneur*. Recuperado el 22 de Mayo de 2016, de <https://www.entrepreneur.com/article/273260>
- Cabrera Piantini, A. R., Ledezma Elizondo, M. T., & Rivera Herrera, N. L. (2011). El impacto de la Rotación de Personal en las empresas constructoras del estado de Nuevo León. *Contexto. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León*, V(5), 83.
- Chiavenato Idalberto (2002) *Gestión del Talento Humano*. Editorial Mc Graw Hill. Colombia
- CIPD. (Julio de 2015). *CIPD*. Recuperado el 22 de Mayo de 2016, de <http://www.cipd.co.uk/hr-resources/factsheets/hr-analytics.aspx#>
- Docencia udea. (s.f.). *Docencia udea*. Recuperado el 22 de Mayo de 2016, de http://docencia.udea.edu.co/Psicologia/sel_personal.html
- Forbes Staff. (18 de Febrero de 2014). *Forbes*. Recuperado el 22 de Mayo de 2016, de <http://www.forbes.com.mx/millennials-cuando-el-trabajo-es-un-placer/>
- Galarza T., J. (2000): *Administración Contemporánea*. México: Mc Graw Hill.

- Gallego, J. A. (18 de Abril de 2016). *Linkedin*. Recuperado el 22 de Mayo de 2016, de [/www.linkedin.com/pulse/people-analytics-la-nueva-era-de-los-recursos-humanos-gallego?articleId=7468697637480549750](http://www.linkedin.com/pulse/people-analytics-la-nueva-era-de-los-recursos-humanos-gallego?articleId=7468697637480549750)
- Gujarati, D. N. (2004). *Econometría*. Mexico: McGraw-Hill.
- Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2005). *Pronósticos en los negocios*. Mexico: PEARSON Educación.
- HCMFront. (11 de Abril de 2016). *HCMFront*. Recuperado el 22 de Mayo de 2016, de <https://www.hcmfront.com/blog/2016/04/11/hr-analytics-la-base-para-una-gestion-moderna-de-recursos-humanos/>
- Levine, D. M. (1996). *Estadística básica en administración: conceptos y aplicaciones*. Mexico: PEARSON Educación.
- Mahadeva , L., & Robinson, P. (Julio de 2009). *CEMLA*. Recuperado el 30 de Mayo de 2016, de <http://www.cemla.org/PDF/ensayos/pub-en-76.pdf>
- rhslatam. (7 de Mayo de 2013). *rhslatam*. Recuperado el 22 de Mayo de 2016, de <http://rhslatam.com/blog/rotacion-laboral-ventajas-y-desventajas/>
- rrhh-web. (2006). *rrhh-web*. Recuperado el 22 de Mayo de 2016, de <http://www.rrhh-web.com/reclutamientoyseleccion.html>
- rrhh-web. (2006). *rrhh-web*. Recuperado el 22 de Mayo de 2016, de http://www.rrhh-web.com/factores_influyen_rotacion_personal.html